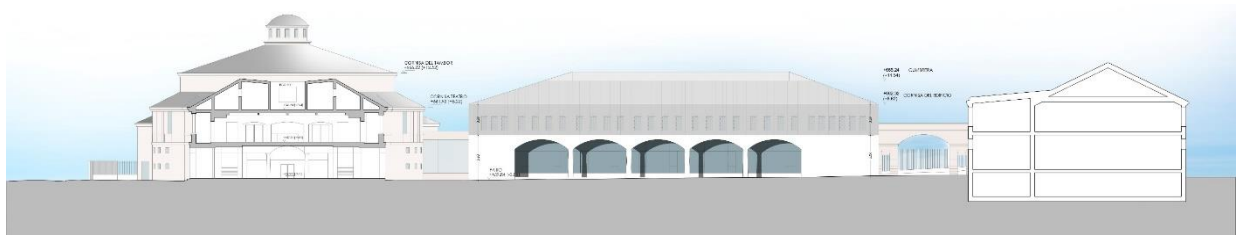
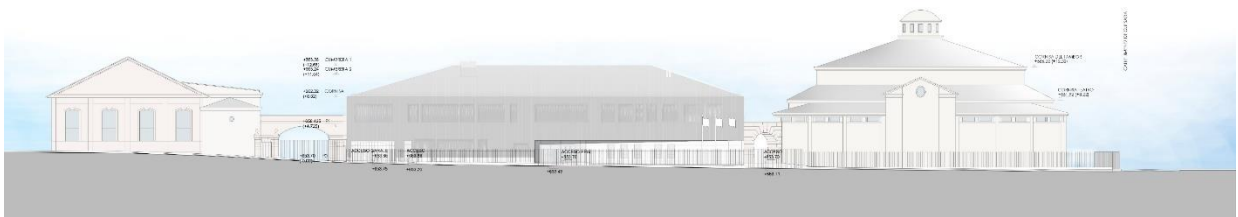


**NUEVO CONSERVATORIO PROFESIONAL DE MÚSICA
EN LA ANTIGUA UNIVERSIDAD LABORAL, ZAMORA
EXPEDIENTE Nº: A2020/000031**



**PROYECTO DE EJECUCIÓN
JUSTIFICACIÓN HE0 Y HE1**

JUNIO 2021

INDICE

1. CERTIFICADO.....	3
2. CALIFICACION	4
3. CONDENSACIONES	5
4. CONFORT	6
5. FACTOR DE REDUCCION	7
6. INDICADORES	8
7. INFORME DE DEMANDA	9
8. MATERIALES	10
9. PUENTES TERMICOS.....	11

PROYECTO DE EJECUCIÓN

NUEVO CONSERVATORIO PROFESIONAL DE MÚSICA EN LA ANTIGUA UNIVERSIDAD LABORAL, ZAMORA. EXPEDIENTE Nº: A2020/000031

1. CERTIFICADO

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

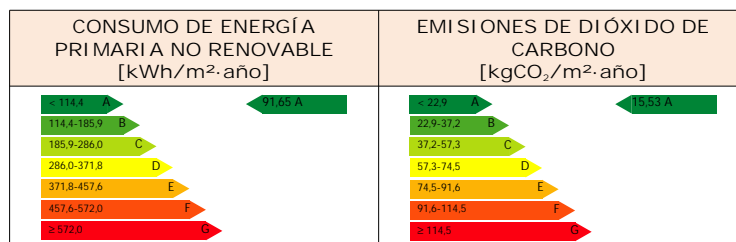
Nombre del edificio	NUEVO CORSEVATORIO MUSICA		
Dirección	AV PRINCIPE DE ASTURIAS 51		
Municipio	ZAMORA	Código Postal	49029
Provincia	ZAMORA	Comunidad Autónoma	CASTILLA Y LEON
Zona climática	D2	Año construcción	2021
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2019		
Referencia/s catastral/es	1896001TL7919N0001TG		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	FRANCISCO JAVIER FUSTER GALIANA	NIF/NIE	1115990F
Razón social	JAVIER FUSTER ARQUITECTOS	NIF	B85876019
Domicilio	CALLE LAGASCA 91, 1		
Municipio	MADRID	Código Postal	28006
Provincia	MADRID	Comunidad Autónoma	MADRID
e-mail	INFO@FUSTERARQUITECTURA.ES	Teléfono	915771377
Titulación habilitante según normativa vigente	ARQUITECTO TÉCNICO SUPERIOR		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CYPETHERM HE Plus. 2021.a		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 19/02/2021

Firma del técnico certificador:

- Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II. Calificación energética del edificio.
- Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

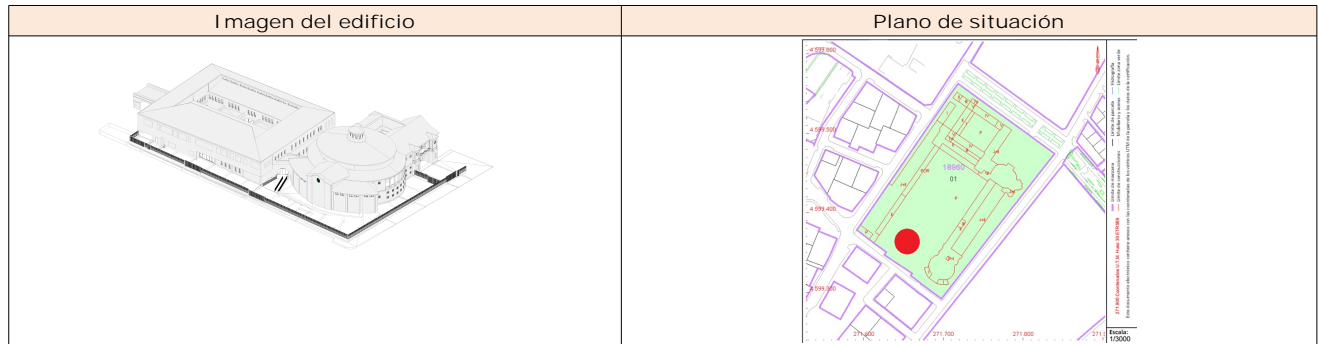
Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]	2195.83
--	---------



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² .K]	Modo de obtención
PARTICION SOTANO	ParticionInteriorVertical	115.81	0.50	Usuario
PARTICION SOTANO	ParticionInteriorVertical	10.05	0.50	Usuario
TABIQUE SOTANOS	ParticionInteriorVertical	94.62	0.50	Usuario
TABIQUE SOTANOS	ParticionInteriorVertical	5.28	0.50	Usuario
PARTICION SOTANO	ParticionInteriorVertical	25.69	0.50	Usuario
tab conser	ParticionInteriorVertical	813.09	0.54	Usuario
tab conser	ParticionInteriorVertical	1477.86	0.54	Usuario
tab conser	ParticionInteriorVertical	59.29	0.54	Usuario
tab conser	ParticionInteriorVertical	25.68	0.54	Usuario
tab conser	ParticionInteriorVertical	36.89	0.54	Usuario
tab conser	ParticionInteriorVertical	19.52	0.54	Usuario
tab conser	ParticionInteriorVertical	29.12	0.54	Usuario
tab conser	ParticionInteriorVertical	19.00	0.54	Usuario
tab conservatorio	ParticionInteriorVertical	11.45	0.54	Usuario
FOR Aul-GAR	ParticionInteriorHorizontal	883.82	0.40	Usuario
FOR AUL-AUL	ParticionInteriorHorizontal	2001.00	0.45	Usuario
FAC Norte PB	Fachada	91.36	0.29	Usuario
FAC SUR PB	Fachada	42.75	0.35	Usuario
FAC ESTE PB	Fachada	24.09	0.35	Usuario
Muro Sotano Garaje	ParticionInteriorVertical	16.01	0.37	Usuario
SOLERA GARAJE	Suelo	10.53	0.13	Usuario
Muro Sotano Garaje	ParticionInteriorVertical	23.09	0.56	Usuario
FORJADO GAR-GAR	ParticionInteriorHorizontal	53.78	0.52	Usuario
CUB PB-GAR	Cubierta	12.80	0.32	Usuario
CUB ZINC	Cubierta	549.65	0.21	Usuario
FAC Norte PB	Fachada	4.35	0.29	Usuario
FAC OESTE PB	Fachada	31.44	0.28	Usuario
FAC OESTE PB	Fachada	10.36	0.28	Usuario
FAC SUR PB	Fachada	53.94	0.35	Usuario
FAC Norte PB	Fachada	4.98	0.29	Usuario
FAC Norte PB	Fachada	20.48	0.29	Usuario
FAC ESTE PB	Fachada	42.72	0.35	Usuario
FAC OESTE PB	Fachada	10.16	0.28	Usuario
FAC ESTE PB	Fachada	10.53	0.35	Usuario

FAC NORTE	Fachada	82.03	0.29	Usuario
CUB ZINC	Cubierta	228.13	0.21	Usuario
FAC SUR PB	Fachada	15.05	0.35	Usuario
FAC ESTE PB	Fachada	35.77	0.35	Usuario
FAC ESTE	Fachada	66.04	0.29	Usuario
FAC OESTE	Fachada	97.35	0.31	Usuario
CUB ZINC	Cubierta	189.93	0.21	Usuario
CUB ZINC	Cubierta	228.58	0.21	Usuario
FAC NORTE	Fachada	18.18	0.29	Usuario
FAC SUR	Fachada	272.13	0.29	Usuario
FAC NORTE	Fachada	150.22	0.29	Usuario
FOR EXT-AUL	ParticionInteriorHorizontal	97.42	0.37	Usuario
tab conservatorio	ParticionInteriorVertical	13.26	0.54	Usuario
FAC NORTE	Fachada	25.69	0.29	Usuario
FAC ESTE	Fachada	29.31	0.29	Usuario
tab conser	ParticionInteriorVertical	16.55	0.54	Usuario
FAC ESTE	Fachada	7.53	0.29	Usuario
tab conser	ParticionInteriorVertical	26.66	0.54	Usuario
tab conservatorio	ParticionInteriorVertical	7.34	0.54	Usuario
FAC SUR PB	Fachada	6.07	0.35	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² .K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V Norte PB	Hueco	113.75	1.31	0.20	Usuario	Usuario
V SUR PB	Hueco	8.50	1.31	0.20	Usuario	Usuario
V Este PB	Hueco	5.95	1.31	0.20	Usuario	Usuario
P ACCESOS	Hueco	2.16	1.40	0	Usuario	Usuario
V Oeste PB	Hueco	5.10	1.28	0.21	Usuario	Usuario
PLANO DE AGUA	Hueco	20.94	1.31	0.20	Usuario	Usuario
V Norte	Hueco	37.40	1.31	0.20	Usuario	Usuario
V SUR PB	Hueco	10.20	1.31	0.20	Usuario	Usuario
V Este PB	Hueco	10.82	1.31	0.20	Usuario	Usuario
PLANO DE AGUA	Hueco	21.42	1.31	0.20	Usuario	Usuario
PLANO DE AGUA	Hueco	21.42	1.31	0.20	Usuario	Usuario
V Norte	Hueco	44.20	1.31	0.20	Usuario	Usuario
VENTANAS CUB	Lucernario	18.00	1.50	0.47	Usuario	Usuario
V Este	Hueco	20.40	1.28	0.21	Usuario	Usuario
V Oeste	Hueco	35.70	1.31	0.20	Usuario	Usuario
V Norte	Hueco	10.20	1.31	0.20	Usuario	Usuario
V SUR	Hueco	95.12	1.13	0.20	Usuario	Usuario
V Norte	Hueco	15.30	1.31	0.20	Usuario	Usuario
V Este	Hueco	11.90	1.28	0.21	Usuario	Usuario
V Este	Hueco	3.40	1.28	0.21	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
PRODUC GEOTERMIA 1	Geotermia	45.60	456.03	ElectricidadPeninsular	Usuario
PRODUC GEOTERMIA2	Geotermia	45.60	456.03	ElectricidadPeninsular	Usuario
PRODUC GEOTERMIA3	Geotermia	45.60	456.03	ElectricidadPeninsular	Usuario
PRODUC GEOTERMIA4	Geotermia	45.60	456.03	ElectricidadPeninsular	Usuario
PRODUC GEOTERMIA5	Geotermia	45.60	456.03	ElectricidadPeninsular	Usuario

PRODUC GEOTERMIA6	Geotermia	45.60	456.03	ElectricidadPeninsular	Usuario
PRODUC GEOTERMIA7	Geotermia	45.60	456.03	ElectricidadPeninsular	Usuario
PRODUC GEOTERMIA8	Geotermia	45.60	456.03	ElectricidadPeninsular	Usuario
PRODUC GEOTERMIA9	Geotermia	45.60	456.03	ElectricidadPeninsular	Usuario
PRODUC GEOTERMIA10	Geotermia	45.60	456.03	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		456.00			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	193.09	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		0			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)	1100.00
---	---------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo de ACS	Geotermia	45.60	311.00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		45.60			

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	UTA				
Tipo	Recuperador de calor				
Zona asociada	zona 1				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]		
-	-	-	-		
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control		
No	No	Si			

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	UTA				
Tipo	Recuperador de calor				
Zona asociada	zona 2				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]		
-	-	-	-		
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control		
No	No	Si			

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	UTA				
Tipo	Recuperador de calor				
Zona asociada	zona 3				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]		
-	-	-	-		
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control		
No	No	Si			

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	UTA		
Tipo	Recuperador de calor		
Zona asociada	zona 4		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
No	No	Si	

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	UTA		
Tipo	Recuperador de calor		
Zona asociada	zona 5		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
No	No	Si	

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	UTA		
Tipo	Recuperador de calor		
Zona asociada	zona 6		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
No	No	Si	

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	UTA		
Tipo	Recuperador de calor		
Zona asociada	zona 7		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
No	No	Si	

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	UTA		
Tipo	Recuperador de calor		
Zona asociada	zona 8		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
No	No	Si	

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	UTA		
Tipo	Recuperador de calor		
Zona asociada	zona 9		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
No	No	Si	

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	UTA		
Tipo	Recuperador de calor		
Zona asociada	zona10		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
No	No	Si	

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
TOTALES			

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Ventiladores	Ventilador	Climatización, Ventilación	1273.74
Bombas	Bomba	Climatización	3249.30
TOTALES			4523.03

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² . 100lux]	Iluminancia media [lux]	Modo de obtención
Z02_S01_Aula PGRAL 3	3.83	1.58	242.65	Usuario
Z02_S02_CAB 4	6.02	1.38	436.27	Usuario
Z02_S03_CAB 9 Percusion	3.30	1.38	238.98	Usuario
Z02_S04_Aseo 2 in 1	6.65	1.20	554.11	Usuario
Z02_S05_Aseo 2 in 1	5.47	1.20	455.77	Usuario
Z02_S06_1Aseo 2 in 1	2.79	1.20	232.68	Usuario
Z02_S07_2Aseo 2 in 1	2.55	1.20	212.34	Usuario
Z02_S08_3Aseo 2 in	3.87	1.20	322.14	Usuario
Z02_S09_7Aseo 2 in	3.65	1.20	304.55	Usuario
Z03_S01_Aula Pgral 1	6.48	1.26	514.59	Usuario
Z03_S02_Aula PGRAL 2	3.92	1.58	248.38	Usuario
Z03_S03_Aula Orquesta	2.53	1.38	183.54	Usuario
Z03_S04_CAB 1	4.48	1.38	324.57	Usuario
Z03_S05_CAB 8	6.51	1.38	471.94	Usuario
Z03_S06_Secretaria	2.42	1.42	170.24	Usuario
Z04_S01_Aula PGRAL 4	3.88	1.58	245.81	Usuario
Z04_S02_Aula Percusion	1.14	1.38	82.48	Usuario
Z04_S03_Sala Usos Multiples	2.84	1.15	247.14	Usuario
Z04_S04_CAB 5	5.73	1.38	415.26	Usuario
Z04_S05_CAB 7	6.20	1.38	449.32	Usuario
Z04_S06_CAB 10 Percusion	3.26	1.38	236.08	Usuario
Z04_S07_Cabina 11 Percusion	3.40	1.38	246.18	Usuario
Z04_S08_Camerino 3	4.85	1.20	404.46	Usuario
Z04_S09_Repro	10.20	1.76	579.82	Usuario
Z04_S10_CGD	13.64	1.76	774.76	Usuario
Z05_S01_A Ens Pinstr12	3.55	1.38	257.09	Usuario
Z05_S02_Camerino 4	4.37	1.20	363.89	Usuario
Z05_S03_Departamentos 2	5.48	1.76	311.20	Usuario
Z05_S04_A Ens Pinstr 7	3.67	1.38	265.70	Usuario
Z05_S05_6Aseo 4 in	3.41	1.20	284.55	Usuario
Z05_S06_1Aseo 4 in	4.32	1.20	360.23	Usuario
Z05_S07_A Ens Pinstr13	3.35	1.38	243.10	Usuario
Z05_S08_Aula Pinstru a4	2.10	1.38	152.41	Usuario
Z05_S09_Aula Pinstru a9	2.26	1.38	163.78	Usuario

Z06_S01_Fonoteca	1.84	1.63	112.89	Usuario
Z06_S02_AMPA	5.55	1.42	391.14	Usuario
Z06_S03_Aula Coro	3.02	1.38	219.16	Usuario
Z06_S04_CAB 6	5.93	1.38	429.94	Usuario
Z06_S05_Cabina 12 Percusion	3.46	1.38	250.52	Usuario
Z06_S06_Director	4.34	1.76	246.77	Usuario
Z06_S07_A Ens Pinstr10	3.41	1.38	247.03	Usuario
Z06_S08_A Ens Pinstr14	3.50	1.38	253.34	Usuario
Z06_S09_A Ens Pinstr15	3.34	1.38	242.22	Usuario
Z06_S10_Aula Pinstru a5	2.11	1.38	152.56	Usuario
Z07_S01_Aula Informatica	1.36	1.26	108.16	Usuario
Z07_S02_Cafeteria	1.76	1.20	147.08	Usuario
Z07_S03_Jefe de estudios	5.73	1.76	325.71	Usuario
Z07_S04_Sala Profesores	1.45	1.38	104.90	Usuario
Z07_S05_A Ens Pinstr 1	3.68	1.38	266.53	Usuario
Z07_S06_A Ens Pinstr 3	3.56	1.38	257.62	Usuario
Z07_S07_A Ens Pinstr 4	3.54	1.38	256.23	Usuario
Z07_S08_A Ens Pinstr 9	3.73	1.38	270.54	Usuario
Z07_S09_Aula Musica Camara	1.33	1.38	96.23	Usuario
Z07_S10_Aula Pinstru a3	2.11	1.38	153.05	Usuario
Z07_S11_Aula Pinstru a7	1.95	1.38	141.23	Usuario
Z07_S12_Aula Pinstru a8	2.24	1.38	162.45	Usuario
Z07_S13_Aula for General 1	7.61	1.38	551.42	Usuario
Z08_S01_Departamentos 1	5.16	1.76	293.28	Usuario
Z08_S02_A Ens Pinstr 2	3.51	1.38	254.28	Usuario
Z08_S03_A Ens Pinstr 8	3.50	1.38	253.30	Usuario
Z08_S04_Aula Pinstru a11	3.38	1.38	245.14	Usuario
Z09_S01_A Ens Pinstr 5	3.54	1.38	256.80	Usuario
Z09_S02_Aula Contrabajo	1.48	1.38	107.48	Usuario
Z09_S03_Aula Pinstru a2	2.17	1.38	157.56	Usuario
Z09_S04_Aula Pinstru a10	3.37	1.38	244.55	Usuario
Z09_S05_Aula for General 2	7.44	1.38	539.11	Usuario
Z09_S06_5Aseo 4 in	3.42	1.20	285.04	Usuario
Z09_S07_2Aseo 4 in	4.29	1.20	357.60	Usuario
Z09_S08_4Aseo 1 in	13.77	1.20	1147.25	Usuario
Z09_S09_1Aseo 1 in	16.81	1.20	1400.96	Usuario
Z09_S10_3Aseo 1 in	22.80	1.20	1900.02	Usuario
Z09_S11_2Aseo 1 in	14.91	1.20	1242.47	Usuario
Z10_S01_Biblioteca	8.27	1.63	507.08	Usuario
Z10_S02_Aula Pinstru a1	2.26	1.38	163.68	Usuario
Z10_S03_Admin PB	6.16	1.76	350.12	Usuario
Z10_S04_Consergeria	7.03	1.76	399.40	Usuario
Z11_S01_Orientacion	4.63	1.76	263.28	Usuario
Z11_S02_Departamentos 3	5.36	1.76	304.50	Usuario
Z11_S03_A Ens Pinstr 6	3.44	1.38	249.08	Usuario
Z11_S04_A Ens Pinstr11	3.30	1.38	238.93	Usuario
Z11_S05_A Ens Pinstr16	3.64	1.38	264.09	Usuario
Z11_S06_Aula Pinstru a6	1.89	1.38	137.28	Usuario
Z11_S07_Aula PGRAL 5	3.85	1.58	243.69	Usuario
Z11_S08_CAB 2	4.90	1.38	354.75	Usuario
Z11_S09_Camerino 2	17.08	1.20	1423.45	Usuario
Z11_S10_CAB 3	6.49	1.38	470.31	Usuario
Z11_S11_Camerino 1	14.57	1.20	1214.06	Usuario
TOTALES	3.58			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Z02_S01_Aula PGRAL 3	31.30	perfildeusuario
Z02_S02_CAB 4	11.63	perfildeusuario
Z02_S03_CAB 9 Percusion	21.23	perfildeusuario
Z02_S04_Aseo 2 in 1	10.53	perfildeusuario
Z02_S05_Aseo 2 in 1	12.80	perfildeusuario
Z02_S06_1Aseo 2 in 1	25.07	perfildeusuario
Z02_S07_2Aseo 2 in 1	27.47	perfildeusuario
Z02_S08_3Aseo 2 in	18.11	perfildeusuario
Z02_S09_7Aseo 2 in	19.15	perfildeusuario
Z03_S01_Aula Pgral 1	41.64	perfildeusuario
Z03_S02_Aula PGRAL 2	30.58	perfildeusuario
Z03_S03_Aula Orquesta	118.44	perfildeusuario
Z03_S04_CAB 1	15.63	perfildeusuario
Z03_S05_CAB 8	10.75	perfildeusuario
Z03_S06_Secretaria	28.96	perfildeusuario
Z04_S01_Aula PGRAL 4	30.90	perfildeusuario
Z04_S02_Aula Percusion	61.50	perfildeusuario
Z04_S03_Sala Usos Múltiples	126.67	perfildeusuario
Z04_S04_CAB 5	12.22	perfildeusuario
Z04_S05_CAB 7	11.29	perfildeusuario
Z04_S06_CAB 10 Percusion	21.49	perfildeusuario
Z04_S07_Cabina 11 Percusion	20.60	perfildeusuario
Z04_S08_Camerino 3	14.42	perfildeusuario
Z04_S09_Repro	6.86	perfildeusuario
Z04_S10_CGD	5.13	perfildeusuario
Z05_S01_A Ens Pinstr12	19.73	perfildeusuario
Z05_S02_Camerino 4	16.03	perfildeusuario
Z05_S03_Departamentos 2	12.78	perfildeusuario
Z05_S04_A Ens Pinstr 7	19.09	perfildeusuario
Z05_S05_6Aseo 4 in	20.50	perfildeusuario
Z05_S06_1Aseo 4 in	16.19	perfildeusuario
Z05_S07_A Ens Pinstr13	20.87	perfildeusuario
Z05_S08_Aula Pinstru a4	33.28	perfildeusuario
Z05_S09_Aula Pinstru a9	30.97	perfildeusuario
Z06_S01_Fonoteca	38.04	perfildeusuario
Z06_S02_AMPA	12.60	perfildeusuario
Z06_S03_Aula Coro	99.19	perfildeusuario
Z06_S04_CAB 6	11.80	perfildeusuario
Z06_S05_Cabina 12 Percusion	20.25	perfildeusuario
Z06_S06_Director	16.12	perfildeusuario
Z06_S07_A Ens Pinstr10	20.53	perfildeusuario
Z06_S08_A Ens Pinstr14	20.02	perfildeusuario
Z06_S09_A Ens Pinstr15	20.94	perfildeusuario
Z06_S10_Aula Pinstru a5	33.25	perfildeusuario
Z07_S01_Aula Informatica	51.36	perfildeusuario
Z07_S02_Cafeteria	39.66	perfildeusuario
Z07_S03_Jefe de estudios	12.21	perfildeusuario
Z07_S04_Sala Profesores	48.36	perfildeusuario
Z07_S05_A Ens Pinstr 1	19.03	perfildeusuario
Z07_S06_A Ens Pinstr 3	19.69	perfildeusuario
Z07_S07_A Ens Pinstr 4	19.80	perfildeusuario
Z07_S08_A Ens Pinstr 9	18.75	perfildeusuario
Z07_S09_Aula Musica Camara	52.71	perfildeusuario
Z07_S10_Aula Pinstru a3	33.14	perfildeusuario
Z07_S11_Aula Pinstru a7	35.92	perfildeusuario
Z07_S12_Aula Pinstru a8	31.22	perfildeusuario
Z07_S13_Aula for General 1	31.54	perfildeusuario
Z08_S01_Departamentos 1	13.56	perfildeusuario

Z08_S02_A Ens Pinstr 2	19.95	perfildeusuario
Z08_S03_A Ens Pinstr 8	20.03	perfildeusuario
Z08_S04_Aula Pinstru a11	20.69	perfildeusuario
Z09_S01_A Ens Pinstr 5	19.75	perfildeusuario
Z09_S02_Aula Contrabajo	47.20	perfildeusuario
Z09_S03_Aula Pinstru a2	32.19	perfildeusuario
Z09_S04_Aula Pinstru a10	20.74	perfildeusuario
Z09_S05_Aula for General 2	32.26	perfildeusuario
Z09_S06_5Aseo 4 in	20.46	perfildeusuario
Z09_S07_2Aseo 4 in	16.31	perfildeusuario
Z09_S08_4Aseo 1 in	5.08	perfildeusuario
Z09_S09_1Aseo 1 in	4.16	perfildeusuario
Z09_S10_3Aseo 1 in	3.07	perfildeusuario
Z09_S11_2Aseo 1 in	4.69	perfildeusuario
Z10_S01_Biblioteca	42.35	perfildeusuario
Z10_S02_Aula Pinstru a1	30.99	perfildeusuario
Z10_S03_Admin PB	11.36	perfildeusuario
Z10_S04_Consergeria	9.96	perfildeusuario
Z11_S01_Orientacion	15.11	perfildeusuario
Z11_S02_Departamentos 3	13.06	perfildeusuario
Z11_S03_A Ens Pinstr 6	20.36	perfildeusuario
Z11_S04_A Ens Pinstr11	21.23	perfildeusuario
Z11_S05_A Ens Pinstr16	19.21	perfildeusuario
Z11_S06_Aula Pinstru a6	36.95	perfildeusuario
Z11_S07_Aula PGRAL 5	31.17	perfildeusuario
Z11_S08_CAB 2	14.30	perfildeusuario
Z11_S09_Camerino 2	4.10	perfildeusuario
Z11_S10_CAB 3	10.79	perfildeusuario
Z11_S11_Camerino 1	4.80	perfildeusuario

6. ENERGÍAS

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Medioambiente	27.34	0	67.85	67.85
TOTALES	27.34	0	67.85	67.85

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Panel fotovoltaico	0
TOTAL	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D2	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
0.99	1.11			
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	A
3.74	9.5			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	15.53	34092.2
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0	0

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	B
5.86	6.54			
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	A
22.06	56.06			

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

No se han definido medidas de mejora de la eficiencia energética

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de la eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	

PROYECTO DE EJECUCIÓN

NUEVO CONSERVATORIO PROFESIONAL DE MÚSICA EN LA ANTIGUA UNIVERSIDAD LABORAL, ZAMORA. EXPEDIENTE Nº: A2020/000031

2. CALIFICACION

Calificación energética del edificio

Zona climática	D2	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	0.99		1.11	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	A
	3.74		9.5	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	15.53	34092.23
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	B
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	5.86		6.54	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	A
	22.06		56.06	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

PROYECTO DE EJECUCIÓN

NUEVO CONSERVATORIO PROFESIONAL DE MÚSICA EN LA ANTIGUA UNIVERSIDAD LABORAL, ZAMORA. EXPEDIENTE Nº: A2020/000031

3. CONDENSACIONES

Condensaciones

UNE EN ISO 13788

ÍNDICE

1. ZONA 1.....	11
1.1. FAC Norte PB.....	11
1.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	11
1.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	11
1.1.3. Descripción del elemento constructivo.....	12
1.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	13
1.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	14
1.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	20
1.2. FAC SUR PB.....	23
1.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	23
1.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	23
1.2.3. Descripción del elemento constructivo.....	24
1.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	25
1.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	26
1.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	32
1.3. FAC ESTE PB.....	35
1.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	35
1.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	35
1.3.3. Descripción del elemento constructivo.....	36
1.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	37
1.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	38
1.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	44
1.4. CUB PB-GAR.....	47
1.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	47
1.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	47
1.4.3. Descripción del elemento constructivo.....	48
1.4.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	49
1.4.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	50
1.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	51
1.5. CUB ZINC.....	51
1.5.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	51
1.5.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	52
1.5.3. Descripción del elemento constructivo.....	52
1.5.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	53
1.5.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	54
1.5.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	60
2. ZONA 2.....	64
2.1. FAC Norte PB.....	64
2.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	64
2.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	64
2.1.3. Descripción del elemento constructivo.....	65
2.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	66
2.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	67
2.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	73
2.2. FAC OESTE PB.....	76

2.2.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	76
2.2.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	76
2.2.3.	Descripción del elemento constructivo.....	77
2.2.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	78
2.2.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	79
2.2.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	85
2.3.	FAC SUR PB.....	88
2.3.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	88
2.3.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	89
2.3.3.	Descripción del elemento constructivo.....	89
2.3.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	90
2.3.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	91
2.3.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	97
3.	ZONA 3.....	101
3.1.	FAC Norte PB.....	101
3.1.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	101
3.1.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	101
3.1.3.	Descripción del elemento constructivo.....	102
3.1.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	103
3.1.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	104
3.1.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	110
3.2.	FAC ESTE PB.....	113
3.2.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	113
3.2.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	113
3.2.3.	Descripción del elemento constructivo.....	114
3.2.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	115
3.2.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	116
3.2.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	122
3.3.	FAC OESTE PB.....	125
3.3.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	125
3.3.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	125
3.3.3.	Descripción del elemento constructivo.....	126
3.3.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	127
3.3.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	128
3.3.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	134
3.4.	FAC SUR PB.....	137
3.4.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	137
3.4.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	138
3.4.3.	Descripción del elemento constructivo.....	138
3.4.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	139
3.4.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	140
3.4.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	146
4.	ZONA 4.....	150
4.1.	FAC NORTE.....	150
4.1.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	150
4.1.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	150
4.1.3.	Descripción del elemento constructivo.....	151

4.1.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	152
4.1.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	153
4.1.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	159
4.2.	FAC SUR PB.....	162
4.2.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	162
4.2.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	162
4.2.3.	Descripción del elemento constructivo.....	163
4.2.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	164
4.2.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	165
4.2.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	171
4.3.	FAC ESTE PB.....	174
4.3.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	174
4.3.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	174
4.3.3.	Descripción del elemento constructivo.....	175
4.3.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	176
4.3.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	177
4.3.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	183
4.4.	FAC ESTE.....	186
4.4.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	186
4.4.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	186
4.4.3.	Descripción del elemento constructivo.....	187
4.4.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	188
4.4.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	189
4.4.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	195
4.5.	FAC OESTE.....	198
4.5.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	198
4.5.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	198
4.5.3.	Descripción del elemento constructivo.....	199
4.5.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	200
4.5.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	201
4.5.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	207
4.6.	FAC SUR.....	210
4.6.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	210
4.6.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	210
4.6.3.	Descripción del elemento constructivo.....	211
4.6.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	212
4.6.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	213
4.6.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	219
4.7.	CUB ZINC.....	222
4.7.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	222
4.7.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	222
4.7.3.	Descripción del elemento constructivo.....	223
4.7.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	224
4.7.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	225
4.7.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	231
5.	ZONA 5.....	234
5.1.	FAC SUR.....	234

5.1.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	234
5.1.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	234
5.1.3.	Descripción del elemento constructivo.....	235
5.1.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	236
5.1.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	237
5.1.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	243
5.2.	FAC OESTE PB.....	246
5.2.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	246
5.2.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	246
5.2.3.	Descripción del elemento constructivo.....	247
5.2.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	248
5.2.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	249
5.2.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	255
5.3.	FAC Norte PB.....	258
5.3.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	258
5.3.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	259
5.3.3.	Descripción del elemento constructivo.....	259
5.3.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	260
5.3.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	261
5.3.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	267
5.4.	FAC ESTE PB.....	271
5.4.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	271
5.4.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	271
5.4.3.	Descripción del elemento constructivo.....	272
5.4.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	273
5.4.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	274
5.4.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	280
5.5.	FAC NORTE.....	283
5.5.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	283
5.5.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	283
5.5.3.	Descripción del elemento constructivo.....	284
5.5.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	285
5.5.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	286
5.5.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	292
5.6.	CUB ZINC.....	295
5.6.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	295
5.6.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	295
5.6.3.	Descripción del elemento constructivo.....	296
5.6.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	297
5.6.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	298
5.6.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	304
5.7.	FOR EXT-AUL.....	307
5.7.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	307
5.7.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	307
5.7.3.	Descripción del elemento constructivo.....	308
5.7.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	309
5.7.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	310
5.7.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	316

6. ZONA 6.....	319
6.1. FAC SUR.....	319
6.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	319
6.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	319
6.1.3. Descripción del elemento constructivo.....	320
6.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	321
6.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	322
6.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	328
6.2. FAC OESTE.....	331
6.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	331
6.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	331
6.2.3. Descripción del elemento constructivo.....	332
6.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	333
6.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	334
6.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	340
6.3. FAC ESTE.....	343
6.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	343
6.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	343
6.3.3. Descripción del elemento constructivo.....	344
6.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	345
6.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	346
6.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	352
6.4. FAC NORTE.....	355
6.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	355
6.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	355
6.4.3. Descripción del elemento constructivo.....	356
6.4.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	357
6.4.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	358
6.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	364
6.5. CUB ZINC.....	367
6.5.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	367
6.5.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	367
6.5.3. Descripción del elemento constructivo.....	368
6.5.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	369
6.5.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	370
6.5.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	376
6.6. FOR EXT-AUL.....	379
6.6.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	379
6.6.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	379
6.6.3. Descripción del elemento constructivo.....	380
6.6.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	381
6.6.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	382
6.6.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	388
7. ZONA 7.....	391
7.1. FAC ESTE.....	391
7.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	391
7.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	391

7.1.3.	Descripción del elemento constructivo.....	392
7.1.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	393
7.1.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	394
7.1.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	400
7.2.	FAC OESTE.....	403
7.2.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	403
7.2.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	403
7.2.3.	Descripción del elemento constructivo.....	404
7.2.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	405
7.2.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	406
7.2.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	412
7.3.	FAC NORTE.....	415
7.3.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	415
7.3.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	415
7.3.3.	Descripción del elemento constructivo.....	416
7.3.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	417
7.3.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	418
7.3.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	424
7.4.	CUB ZINC.....	427
7.4.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	427
7.4.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	427
7.4.3.	Descripción del elemento constructivo.....	428
7.4.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	429
7.4.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	430
7.4.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	436
7.5.	FOR EXT-AUL.....	439
7.5.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	439
7.5.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	439
7.5.3.	Descripción del elemento constructivo.....	440
7.5.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	441
7.5.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	442
7.5.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	448
8.	ZONA 8.....	451
8.1.	FAC OESTE.....	451
8.1.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	451
8.1.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	451
8.1.3.	Descripción del elemento constructivo.....	452
8.1.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	453
8.1.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	454
8.1.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	460
8.2.	FAC NORTE.....	463
8.2.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	463
8.2.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	463
8.2.3.	Descripción del elemento constructivo.....	464
8.2.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	465
8.2.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	466
8.2.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	472

8.3.	FAC SUR.....	475
8.3.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	475
8.3.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	475
8.3.3.	Descripción del elemento constructivo.....	476
8.3.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	477
8.3.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	478
8.3.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	484
8.4.	FAC ESTE.....	487
8.4.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	487
8.4.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	487
8.4.3.	Descripción del elemento constructivo.....	488
8.4.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	489
8.4.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	490
8.4.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	496
8.5.	FAC ESTE PB.....	499
8.5.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	499
8.5.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	499
8.5.3.	Descripción del elemento constructivo.....	500
8.5.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	501
8.5.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	502
8.5.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	508
8.6.	CUB ZINC.....	511
8.6.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	511
8.6.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	511
8.6.3.	Descripción del elemento constructivo.....	512
8.6.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	513
8.6.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	514
8.6.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	520
9.	ZONA 9.....	523
9.1.	FAC SUR.....	523
9.1.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	523
9.1.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	523
9.1.3.	Descripción del elemento constructivo.....	524
9.1.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	525
9.1.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	526
9.1.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	532
9.2.	FAC ESTE.....	535
9.2.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	535
9.2.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	535
9.2.3.	Descripción del elemento constructivo.....	536
9.2.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	537
9.2.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	538
9.2.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	544
9.3.	FAC SUR PB.....	547
9.3.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	547
9.3.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	547
9.3.3.	Descripción del elemento constructivo.....	548

9.3.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	549
9.3.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	550
9.3.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	556
9.4.	CUB ZINC.....	559
9.4.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	559
9.4.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	559
9.4.3.	Descripción del elemento constructivo.....	560
9.4.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	561
9.4.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	562
9.4.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	568
10.	ZONA10.....	571
10.1.	FAC SUR.....	571
10.1.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	571
10.1.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	571
10.1.3.	Descripción del elemento constructivo.....	572
10.1.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	573
10.1.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	574
10.1.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	580
10.2.	FAC ESTE.....	583
10.2.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	583
10.2.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	583
10.2.3.	Descripción del elemento constructivo.....	584
10.2.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	585
10.2.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	586
10.2.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	592
10.3.	FAC OESTE.....	595
10.3.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	595
10.3.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	595
10.3.3.	Descripción del elemento constructivo.....	596
10.3.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	597
10.3.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	598
10.3.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	604
10.4.	FAC NORTE.....	607
10.4.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	607
10.4.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	607
10.4.3.	Descripción del elemento constructivo.....	608
10.4.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	609
10.4.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	610
10.4.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	616
10.5.	FAC Norte PB.....	619
10.5.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	619
10.5.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	619
10.5.3.	Descripción del elemento constructivo.....	620
10.5.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	621
10.5.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	622
10.5.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	628
10.6.	FAC OESTE PB.....	631

10.6.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	631
10.6.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	631
10.6.3.	Descripción del elemento constructivo.....	632
10.6.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	633
10.6.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	634
10.6.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	640
10.7.	FAC ESTE PB.....	643
10.7.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	643
10.7.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	644
10.7.3.	Descripción del elemento constructivo.....	644
10.7.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	645
10.7.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	646
10.7.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	652
10.8.	FAC SUR PB.....	656
10.8.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	656
10.8.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	656
10.8.3.	Descripción del elemento constructivo.....	657
10.8.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	658
10.8.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	659
10.8.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	665
10.9.	CUB ZINC.....	668
10.9.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	668
10.9.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	668
10.9.3.	Descripción del elemento constructivo.....	669
10.9.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	670
10.9.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	671
10.9.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	677
10.10.	FOR EXT-AUL.....	680
10.10.1.	Resultados del cálculo de condensaciones.....	680
10.10.2.	Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	680
10.10.3.	Descripción del elemento constructivo.....	681
10.10.4.	Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	682
10.10.5.	Cálculo de condensaciones intersticiales.....	683
10.10.6.	Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	689

Condensaciones

1. ZONA 1

1.1. FAC Norte PB

1.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

1.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.929 \text{ }^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.286 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,crit} \leq 0.8$.

1.1.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

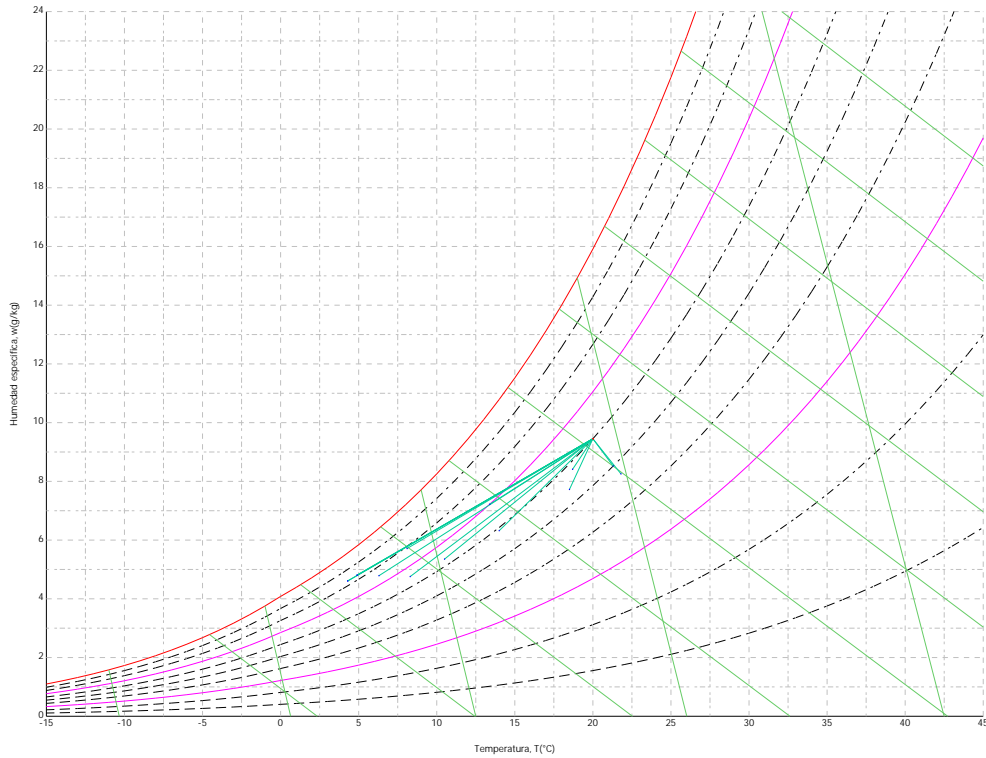
1.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

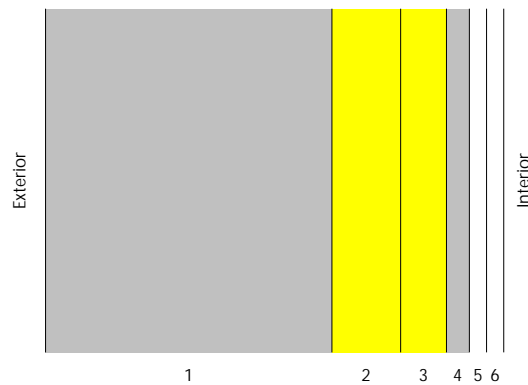
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



1.1.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC Norte PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800	25.0	1.150	0.21739	60	15
2	ultracoustic plus	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
3	ultracoustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
4	Cámara de aire	2.0		0.08750		0.01
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

Condensaciones

- R: Resistencia térmica del material, $m^2 \cdot K/W$.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.
- R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	40.0
Resistencia térmica total, R_T	$m^2 \cdot K/W$	3.5025
Espesor de aire equivalente total, $S_{a,T}$	m	15.23
Transmitancia térmica, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.286
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.929

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
- R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.
- $S_{a,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, $W/(m^2 \cdot K)$.
- f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.286 W/m^2 \cdot K$ y $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

1.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e \geq q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i : Temperatura del aire interior, °C.
- j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.929 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

1.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.48	840.680	689.042	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.45	899.868	899.868	100.0	1162.355	2810.531
Interfase 2-3	13.36	1532.993	1030.904	67.2	--	--
Interfase 3-4	18.49	2126.863	1118.261	52.6	--	--
Interfase 4-5	18.88	2179.677	1140.100	52.3	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.553	1271.135	57.3	--	--
Cara interior	19.42	2253.973	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.576	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	7.31	1022.628	1022.628	100.0	788.524	3599.055
Interfase 2-3	14.21	1619.583	1121.639	69.3	--	--
Interfase 3-4	18.68	2152.672	1187.647	55.2	--	--
Interfase 4-5	19.02	2199.183	1204.148	54.8	--	--
Interfase 5-6	19.26	2231.582	1303.160	58.4	--	--
Cara interior	19.49	2264.398	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.43	1104.285	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	9.16	1159.902	1159.902	100.0	548.235	4147.290
Interfase 2-3	15.05	1710.434	1223.102	71.5	--	--
Interfase 3-4	18.87	2178.754	1265.236	58.1	--	--
Interfase 4-5	19.16	2218.841	1275.769	57.5	--	--
Interfase 5-6	19.37	2246.700	1338.970	59.6	--	--
Cara interior	19.57	2274.865	1402.171	61.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.257	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	11.20	1329.391	1329.391	100.0	145.726	4293.016
Interfase 2-3	15.98	1815.504	1348.377	74.3	--	--
Interfase 3-4	19.08	2207.764	1361.034	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.32	2240.642	1364.199	60.9	--	--
Interfase 5-6	19.48	2263.434	1383.185	61.1	--	--
Cara interior	19.65	2286.428	1402.171	61.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1604.849	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.44	1644.023	1644.023	100.0	-588.332	3704.683
Interfase 2-3	17.46	1994.333	1580.931	79.3	--	--
Interfase 3-4	19.42	2254.613	1538.870	68.3	--	--
Interfase 4-5	19.57	2275.713	1528.355	67.2	--	--
Interfase 5-6	19.67	2290.280	1465.263	64.0	--	--
Cara interior	19.78	2304.930	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.862	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.61	2143.317	2143.317	100.0	-1704.827	1999.856
Interfase 2-3	19.37	2246.799	1949.974	86.8	--	--
Interfase 3-4	19.86	2316.124	1821.079	78.6	--	--
Interfase 4-5	19.89	2321.508	1788.856	77.1	--	--
Interfase 5-6	19.92	2325.206	1595.513	68.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.910	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.096	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.67	2589.366	2589.366	100.0	-1999.856	--
Interfase 2-3	20.76	2449.296	2279.663	93.1	--	--
Interfase 3-4	20.17	2362.160	2073.194	87.8	--	--
Interfase 4-5	20.13	2355.601	2021.577	85.8	--	--
Interfase 5-6	20.10	2351.114	1711.874	72.8	--	--
Cara interior	20.07	2346.633	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2529.450	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.20	2516.969	1400.112	55.6	--	--
Interfase 2-3	20.55	2417.626	1400.649	57.9	--	--
Interfase 3-4	20.13	2355.134	1401.007	59.5	--	--
Interfase 4-5	20.09	2350.408	1401.097	59.6	--	--
Interfase 5-6	20.07	2347.172	1401.634	59.7	--	--
Cara interior	20.05	2343.940	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2157.387	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.80	2168.295	1399.875	64.6	--	--
Interfase 2-3	19.45	2258.641	1400.474	62.0	--	--
Interfase 3-4	19.87	2318.892	1400.873	60.4	--	--
Interfase 4-5	19.91	2323.562	1400.973	60.3	--	--
Interfase 5-6	19.93	2326.769	1401.572	60.2	--	--
Cara interior	19.95	2329.980	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.145	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.89	1585.849	1397.239	88.1	--	--
Interfase 2-3	17.21	1962.623	1398.525	71.3	--	--
Interfase 3-4	19.36	2246.521	1399.383	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.53	2269.667	1399.598	61.7	--	--
Interfase 5-6	19.64	2285.659	1400.884	61.3	--	--
Cara interior	19.76	2301.749	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.555	852.829	78.3	--	--
Interfase 1-2	8.97	1145.481	1145.481	100.0	568.442	568.442
Interfase 2-3	14.97	1701.153	1212.443	71.3	--	--
Interfase 3-4	18.85	2176.134	1257.085	57.8	--	--
Interfase 4-5	19.15	2216.868	1268.246	57.2	--	--
Interfase 5-6	19.35	2245.185	1335.208	59.5	--	--
Cara interior	19.56	2273.817	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.07	876.283	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	6.01	935.254	935.254	100.0	1079.733	1648.176
Interfase 2-3	13.62	1558.533	1057.058	67.8	--	--
Interfase 3-4	18.54	2134.577	1138.261	53.3	--	--
Interfase 4-5	18.92	2185.513	1158.562	53.0	--	--
Interfase 5-6	19.18	2221.052	1280.366	57.6	--	--
Cara interior	19.44	2257.096	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	1162.355	788.524	548.235	145.726	--	--	--	--	--	--	568.442	1079.733

Condensaciones

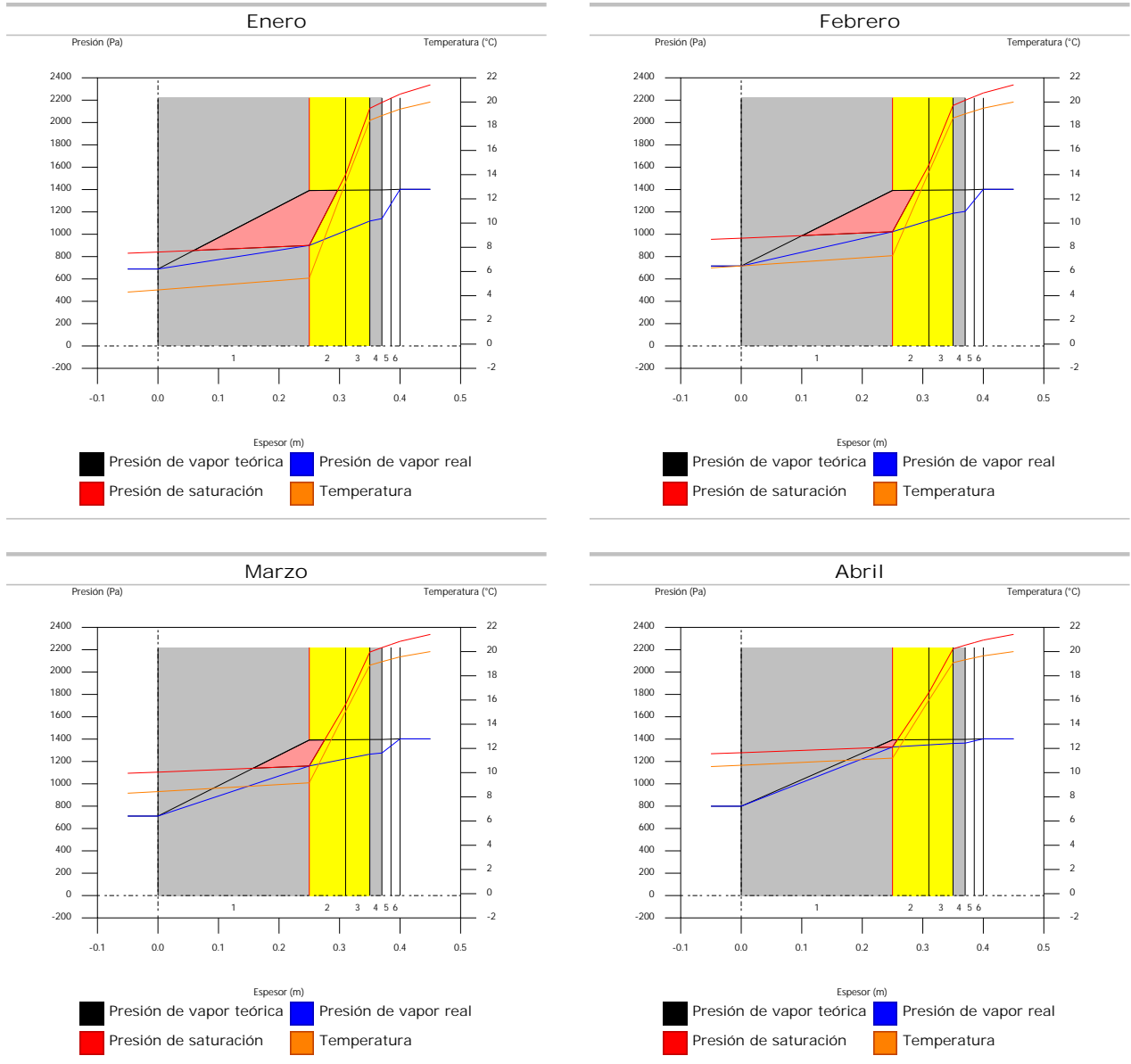
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
g_{ev} (g/(m ² ·mes))	--	--	--	--	588.332	1704.827	1999.856	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	2810.531	3599.055	4147.290	4293.016	3704.683	1999.856	--	--	--	--	568.442	1648.176

donde:

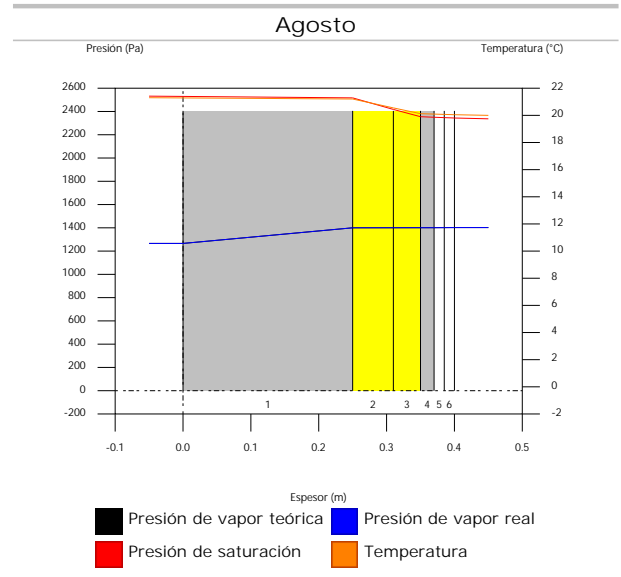
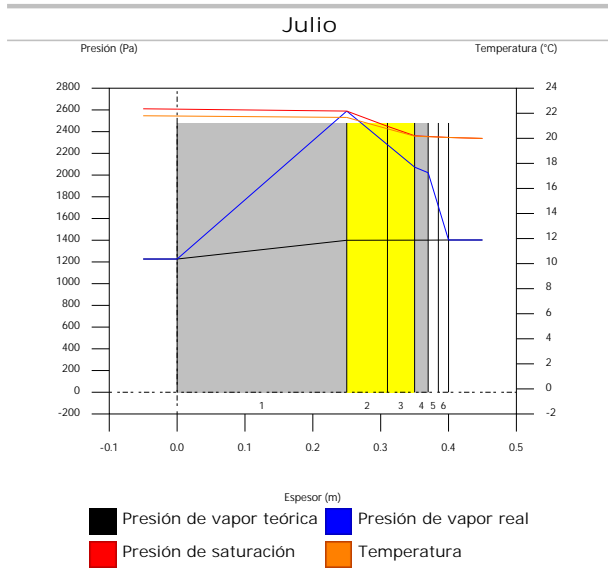
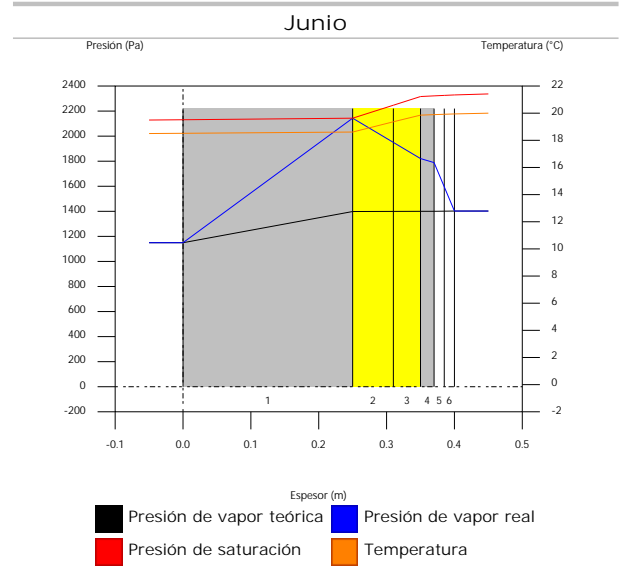
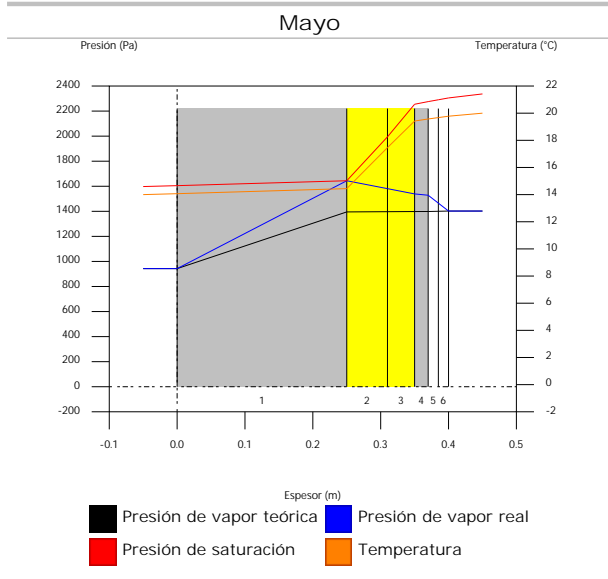
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

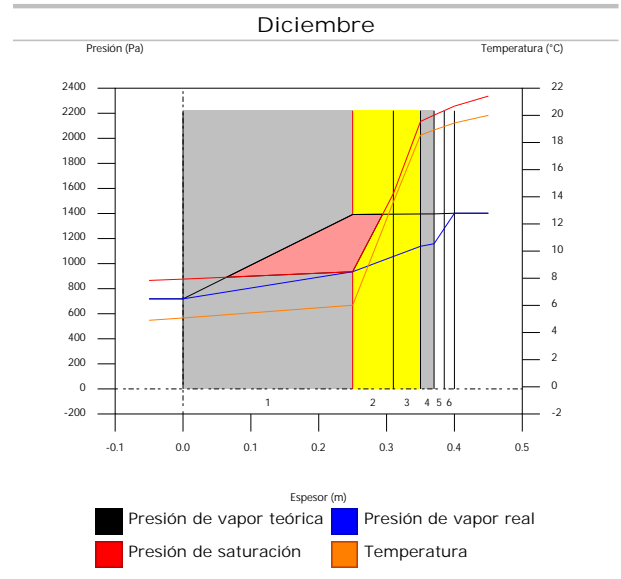
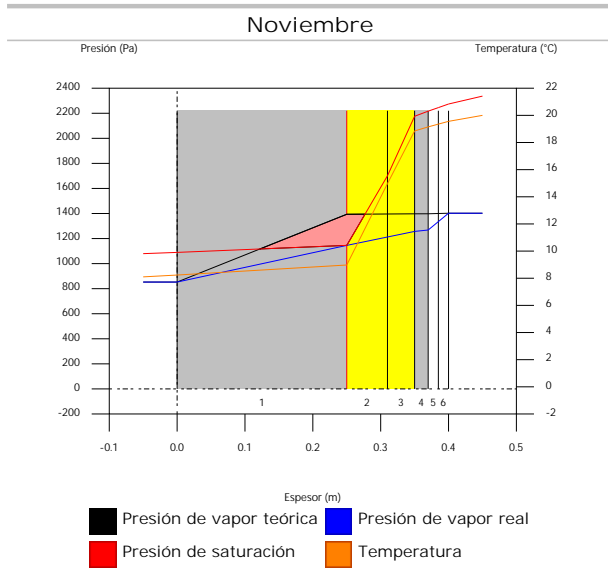
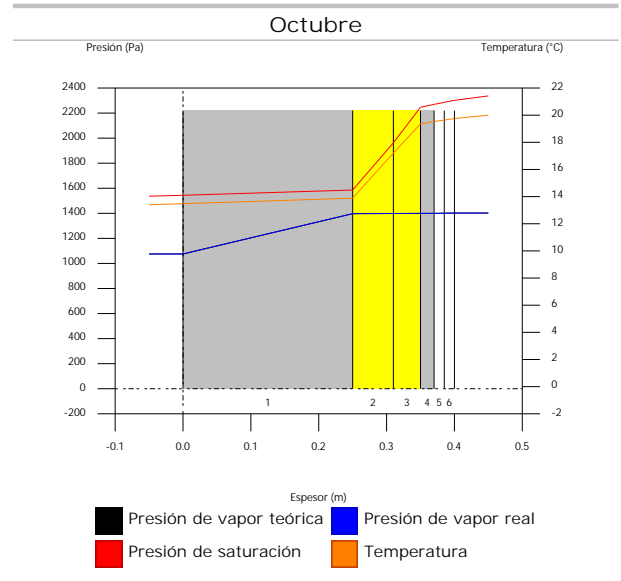
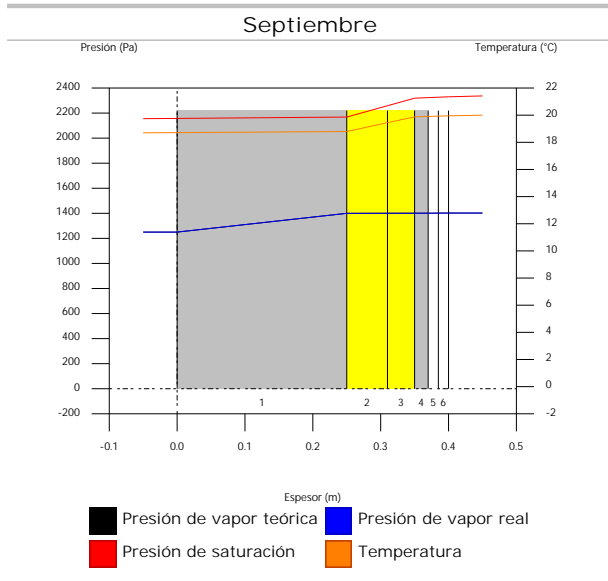
1.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



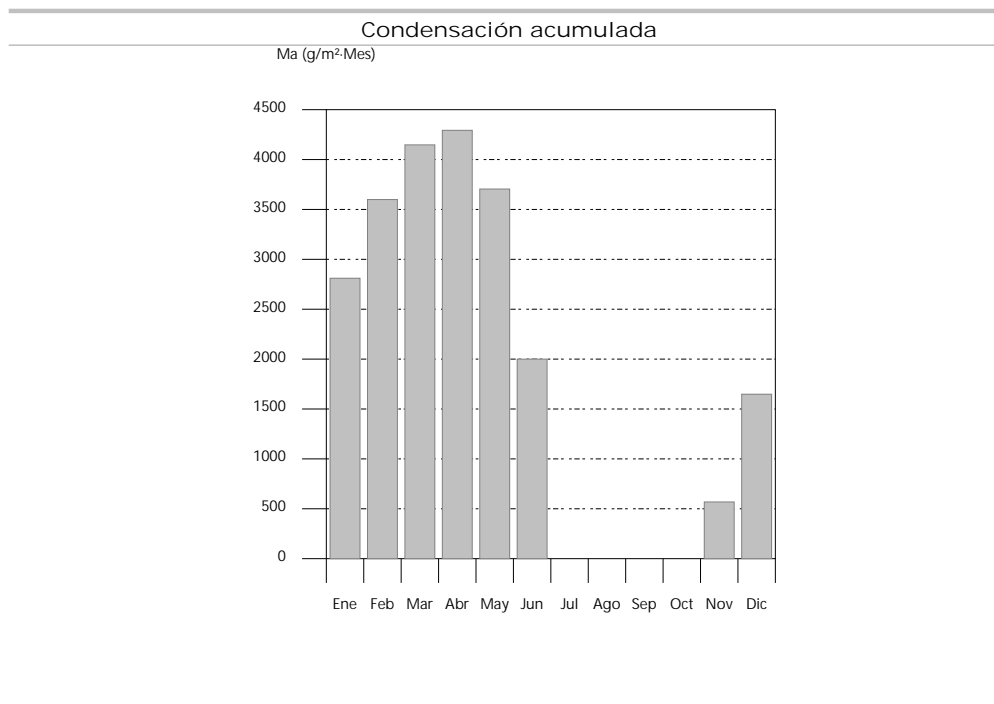
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



1.2. FAC SUR PB

1.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

1.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.911^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

1.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

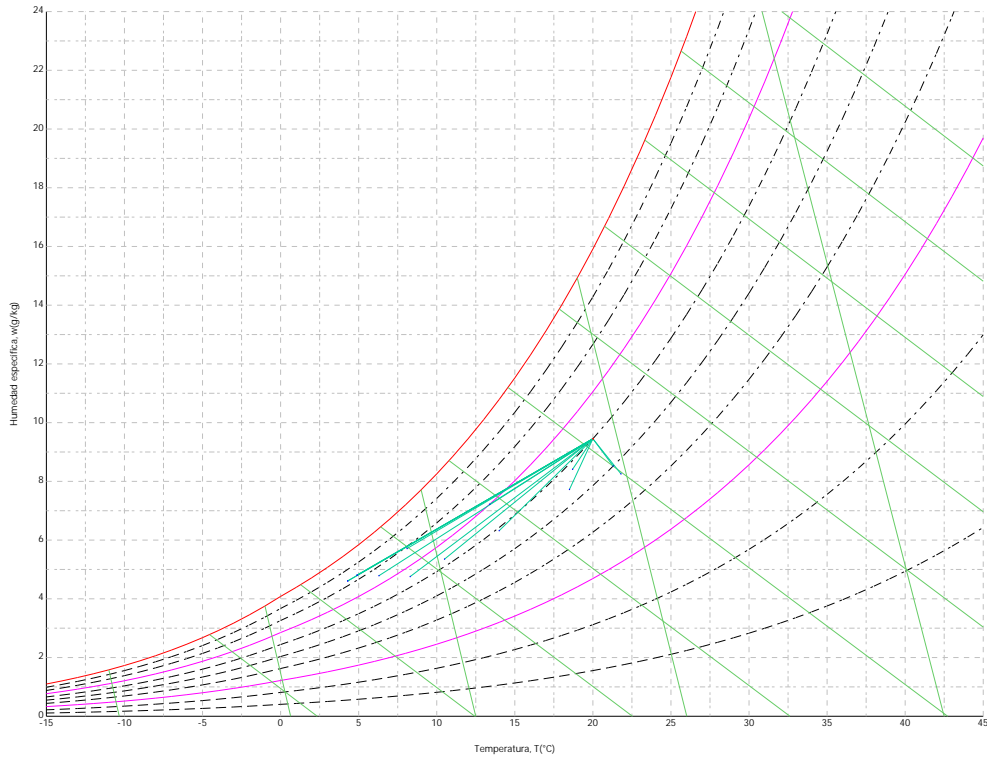
1.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

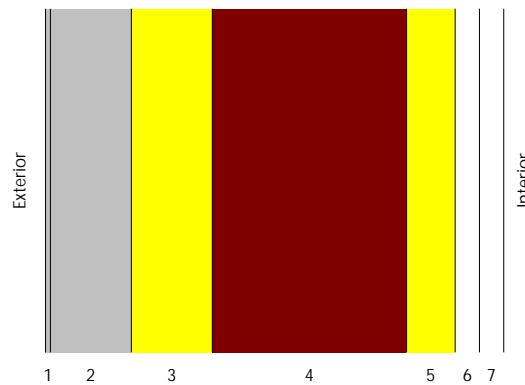
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



1.2.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC SUR PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	5.0	0.034	1.47059	20	1
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracoustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

Condensaciones

- e: Espesor, cm.
 l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_{ai}: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	28.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	2.7942
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3002.36
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.358
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.911

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
 R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
 S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.358 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

1.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e > q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i: Temperatura del aire interior, °C.
 j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.911 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento

Condensaciones

constructivo.

1.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfaces formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.52	843.362	689.042	81.7	--	--
Interfase 1-2	4.52	843.371	843.371	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.52	843.371	843.371	100.0	127.378	315.038
Interfase 3-4	12.79	1476.299	1081.158	73.2	--	--
Interfase 4-5	13.78	1574.989	1366.503	86.8	--	--
Interfase 5-6	18.60	2141.317	1373.636	64.1	--	--
Interfase 6-7	18.93	2186.913	1387.903	63.5	--	--
Cara interior	19.27	2233.355	1402.171	62.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.50	967.217	715.662	74.0	--	--
Interfase 1-2	6.50	967.226	967.226	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.50	967.226	967.226	100.0	89.550	404.588
Interfase 3-4	13.71	1567.554	1152.309	73.5	--	--
Interfase 4-5	14.57	1657.979	1374.408	82.9	--	--
Interfase 5-6	18.77	2165.414	1379.961	63.7	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.545	1391.066	63.1	--	--
Cara interior	19.36	2246.325	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.47	1106.826	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.47	1106.834	1106.834	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.47	1106.834	1106.834	100.0	67.322	471.910
Interfase 3-4	14.63	1663.721	1232.509	74.1	--	--
Interfase 4-5	15.36	1744.779	1383.319	79.3	--	--
Interfase 5-6	18.95	2189.748	1387.090	63.3	--	--
Interfase 6-7	19.20	2224.316	1394.630	62.7	--	--
Cara interior	19.46	2259.360	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.64	1280.603	799.495	62.4	--	--
Interfase 1-2	10.64	1280.611	1280.611	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.64	1280.611	1280.611	100.0	26.816	498.725
Interfase 3-4	15.64	1775.445	1332.339	75.0	--	--
Interfase 4-5	16.24	1844.837	1394.412	75.6	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.791	1395.963	63.0	--	--
Interfase 6-7	19.35	2245.125	1399.067	62.3	--	--
Cara interior	19.56	2273.776	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.09	1606.657	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.09	1606.664	1401.809	87.2	0.037	0.037
Interfase 2-3	14.09	1606.664	1606.664	100.0	-46.732	451.993
Interfase 3-4	17.24	1966.761	1519.645	77.3	--	--
Interfase 4-5	17.62	2014.395	1415.223	70.3	--	--
Interfase 5-6	19.46	2260.416	1412.613	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.582	1407.392	61.8	--	--
Cara interior	19.72	2296.875	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.441	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-0.037	--
Interfase 2-3	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-160.874	291.118
Interfase 3-4	19.31	2239.113	1821.115	81.3	--	--
Interfase 4-5	19.41	2252.347	1448.720	64.3	--	--
Interfase 5-6	19.87	2317.608	1439.410	62.1	--	--
Interfase 6-7	19.90	2322.238	1420.790	61.2	--	--
Cara interior	19.93	2326.875	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.77	2606.266	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.77	2606.264	1402.033	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.77	2606.264	2606.264	100.0	-274.718	16.400
Interfase 3-4	20.83	2459.275	2093.884	85.1	--	--
Interfase 4-5	20.71	2442.133	1479.028	60.6	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.349	1463.656	62.0	--	--
Interfase 6-7	20.12	2354.715	1432.913	60.9	--	--
Cara interior	20.08	2349.093	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2528.867	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-16.400	--
Interfase 3-4	20.60	2424.748	2049.420	84.5	--	--
Interfase 4-5	20.52	2412.509	1474.087	61.1	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.829	1459.704	62.0	--	--
Interfase 6-7	20.09	2349.769	1430.937	60.9	--	--
Cara interior	20.06	2345.715	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.895	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.896	1402.051	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.896	1402.052	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2251.947	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.48	2263.471	1402.163	61.9	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.179	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2324.195	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.94	2328.216	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1546.068	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1546.074	1401.914	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1546.074	1401.915	90.7	--	--
Interfase 3-4	16.97	1932.736	1402.024	72.5	--	--
Interfase 4-5	17.38	1984.394	1402.154	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.41	2252.884	1402.158	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.55	2272.815	1402.164	61.7	--	--
Cara interior	19.69	2292.900	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.27	1092.109	852.829	78.1	--	--
Interfase 1-2	8.27	1092.118	1092.118	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.27	1092.118	1092.118	100.0	68.396	68.396
Interfase 3-4	14.53	1653.876	1224.055	74.0	--	--
Interfase 4-5	15.28	1735.923	1382.380	79.6	--	--
Interfase 5-6	18.94	2187.304	1386.338	63.4	--	--
Interfase 6-7	19.19	2222.432	1394.254	62.7	--	--
Cara interior	19.45	2258.054	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.12	878.959	718.612	81.8	--	--
Interfase 1-2	5.12	878.968	878.968	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.12	878.968	878.968	100.0	119.264	187.660
Interfase 3-4	13.06	1503.173	1101.607	73.3	--	--
Interfase 4-5	14.02	1599.495	1368.775	85.6	--	--
Interfase 5-6	18.65	2148.522	1375.454	64.0	--	--
Interfase 6-7	18.97	2192.488	1388.812	63.3	--	--
Cara interior	19.30	2237.239	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

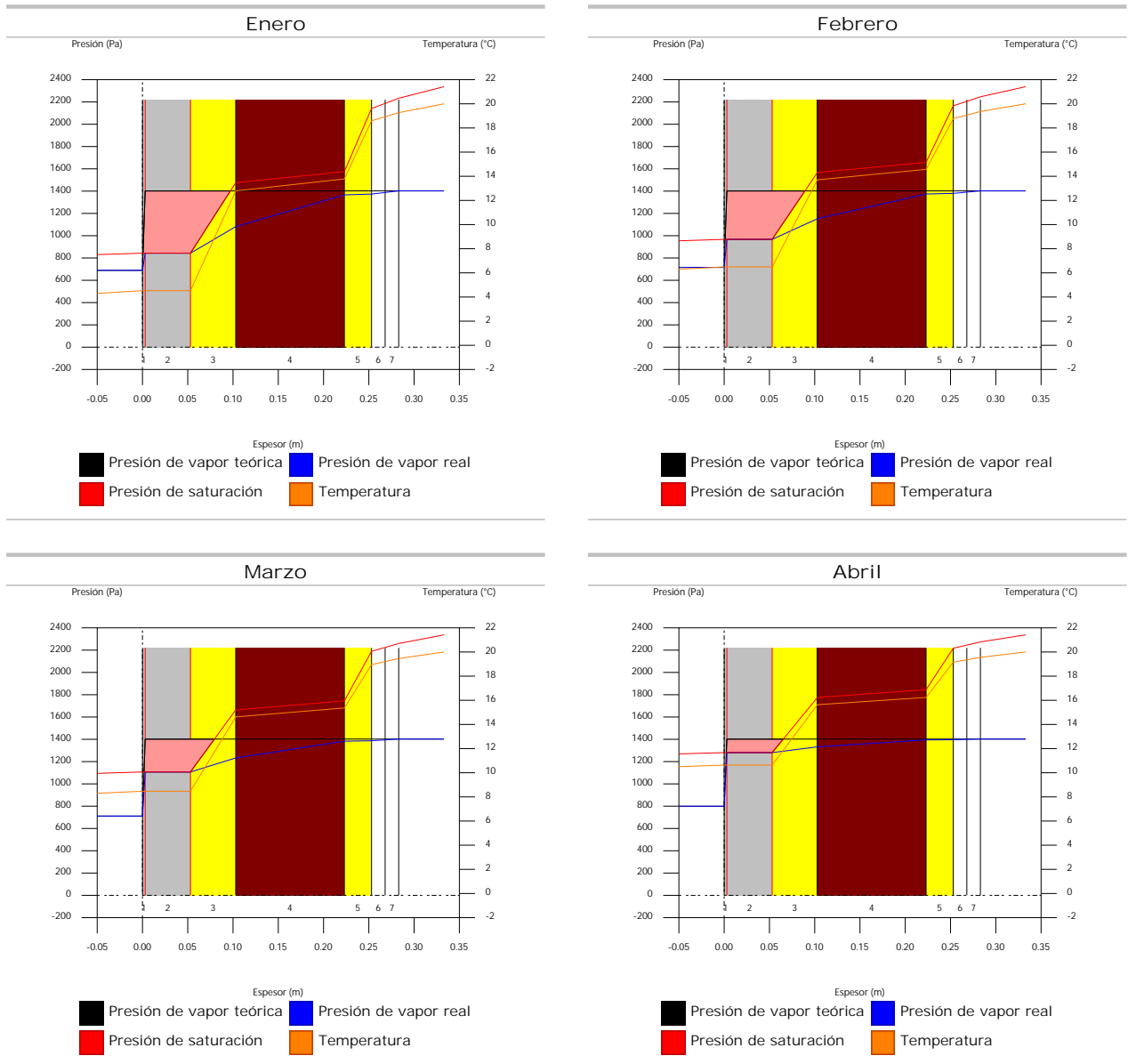
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	127.378	89.550	67.322	26.816	0.037	--	0.215	--	--	--	68.396	119.264
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	46.732	160.911	274.718	16.615	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	315.038	404.588	471.910	498.725	452.029	291.118	16.615	--	--	--	68.396	187.660

donde:

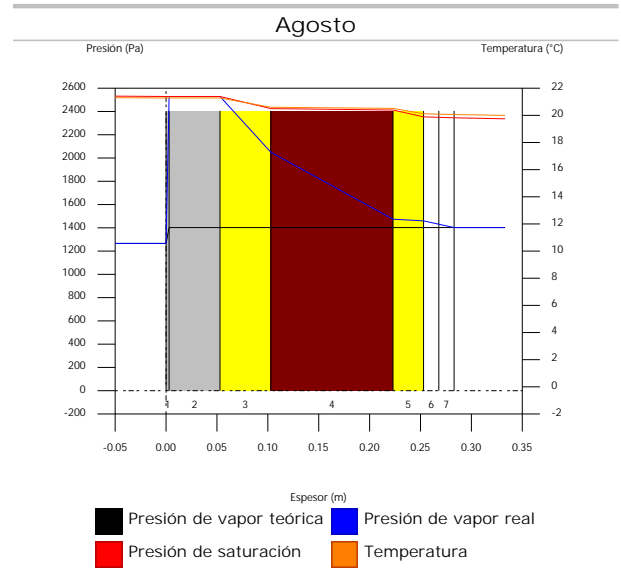
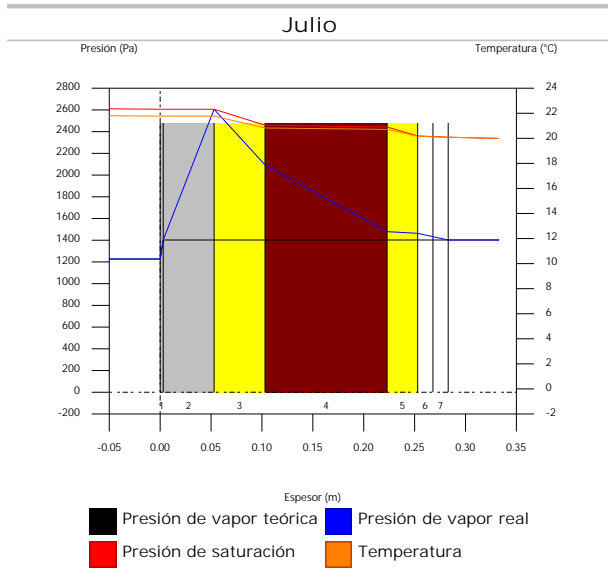
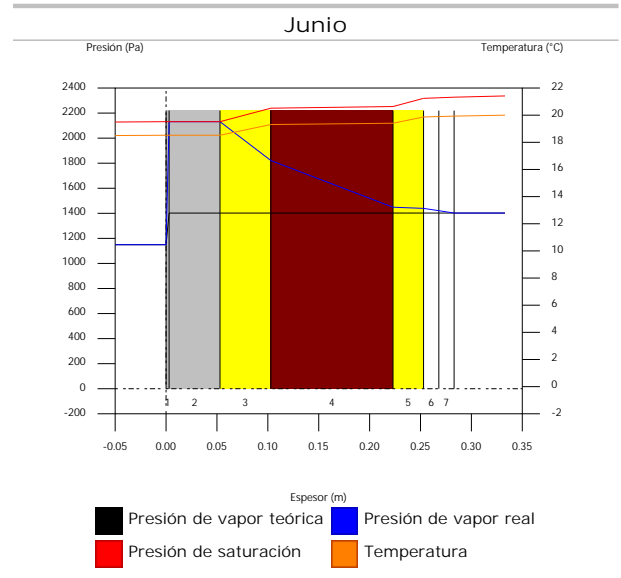
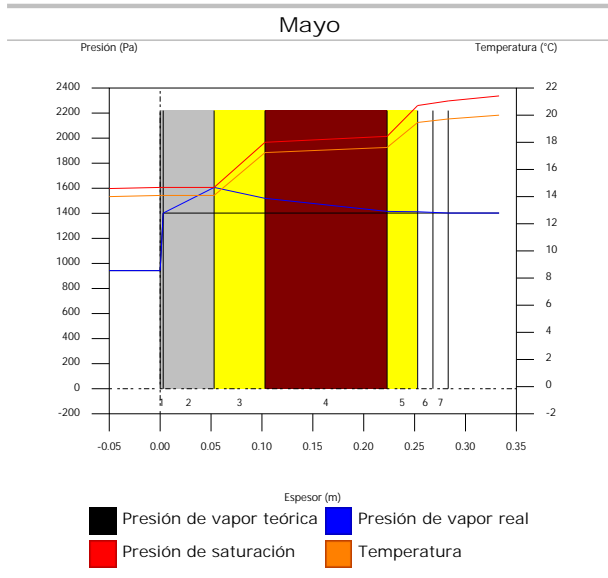
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

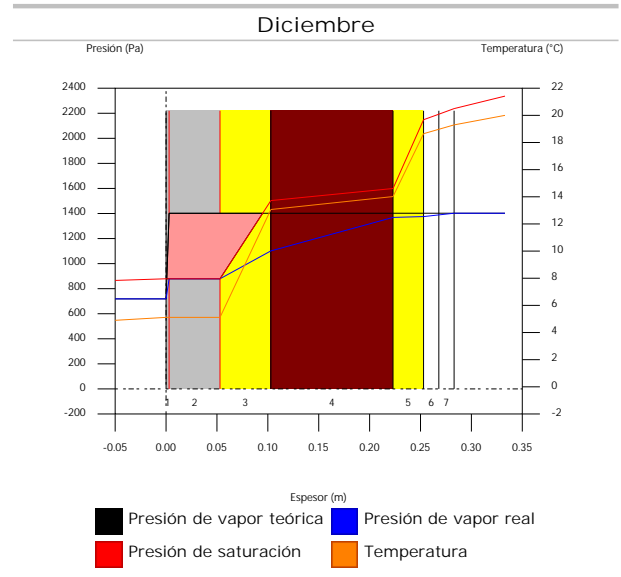
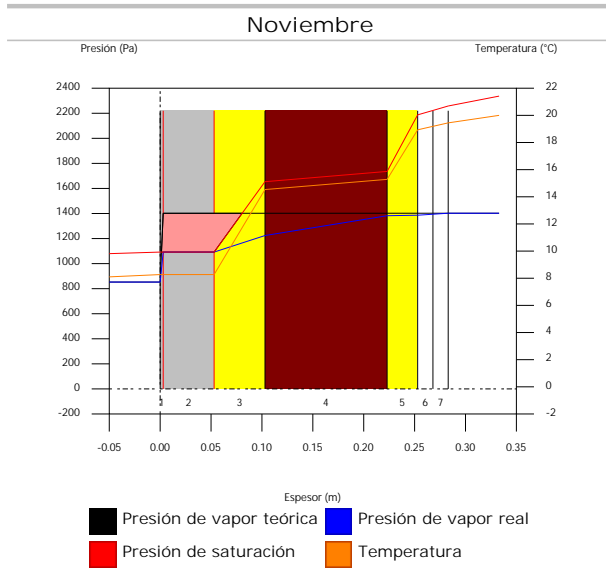
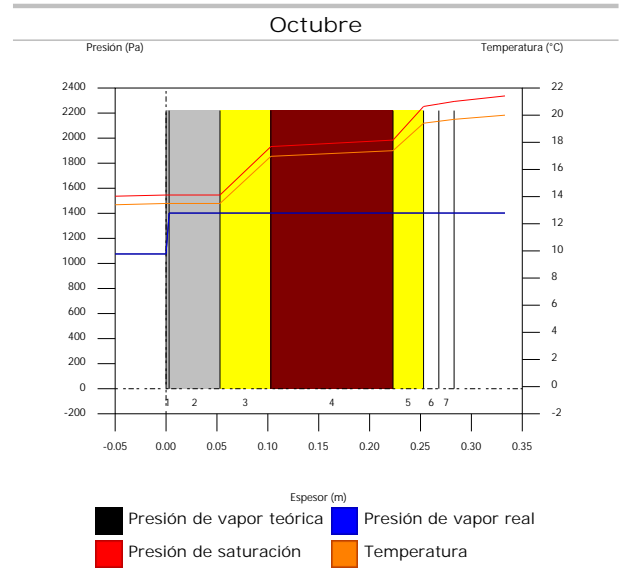
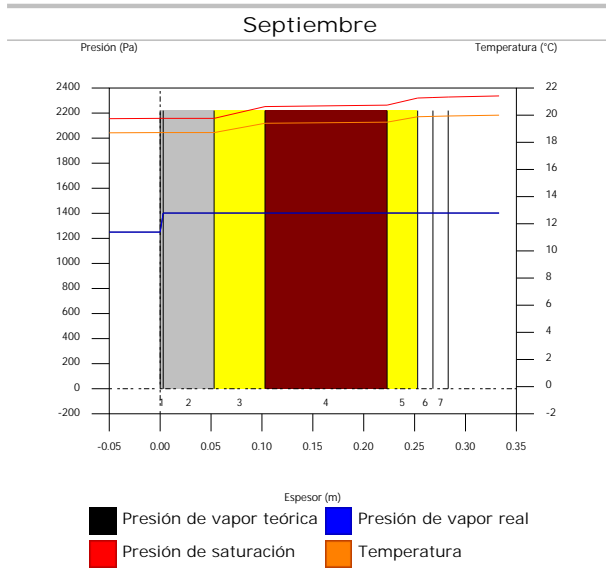
1.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



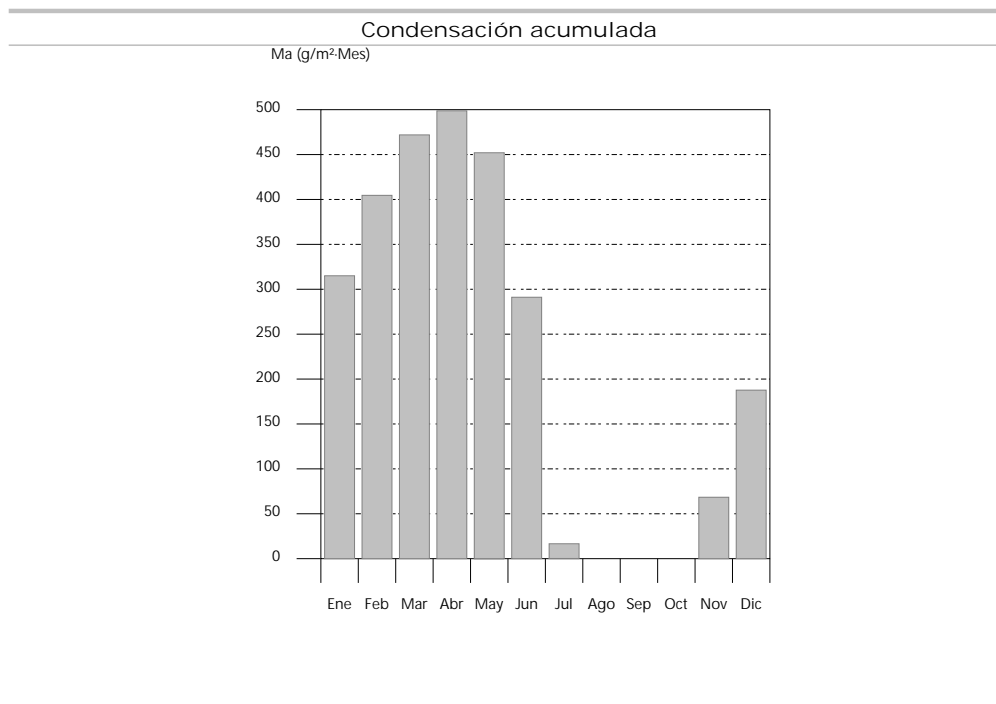
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



1.3. FAC ESTE PB

1.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

1.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.911^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

1.3.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

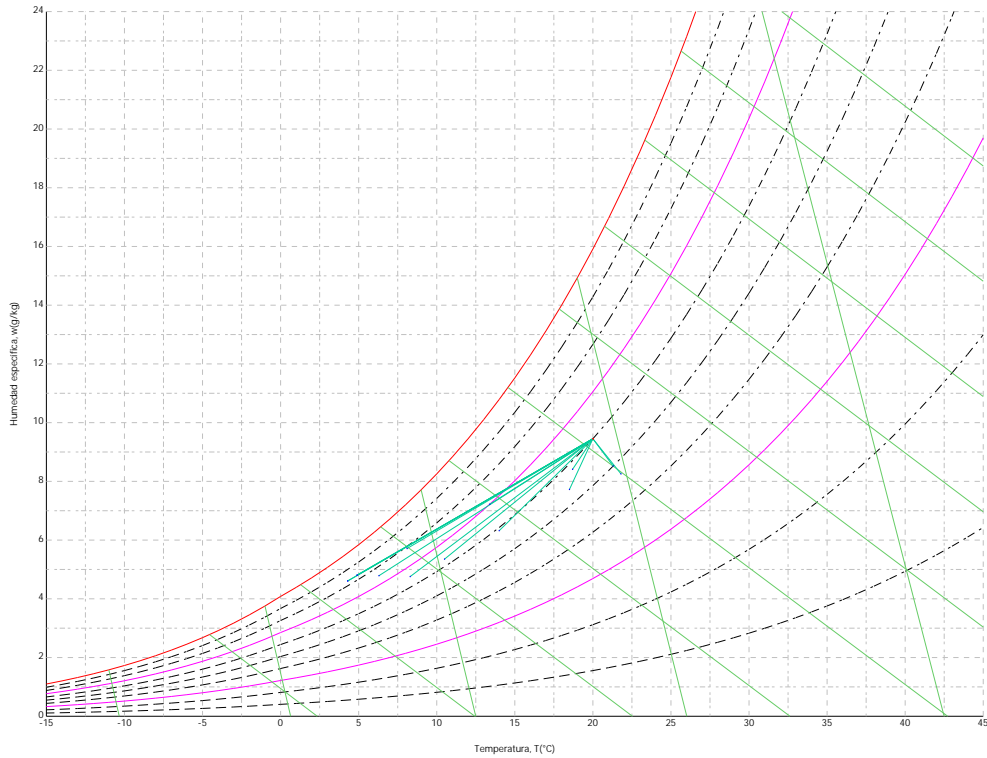
1.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

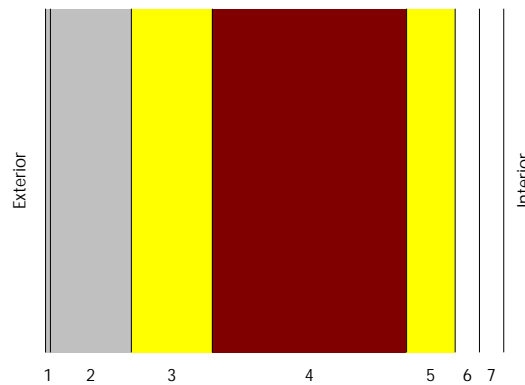
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



1.3.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC ESTE PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	5.0	0.034	1.47059	1	0.05
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- I: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	28.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	2.7942
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.41
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.358
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.911

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.358 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

1.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.911 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

1.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.52	843.362	689.042	81.7	--	--
Interfase 1-2	4.52	843.371	843.371	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.52	843.371	843.371	100.0	213.813	528.813
Interfase 3-4	12.79	1476.299	863.328	58.5	--	--
Interfase 4-5	13.78	1574.989	1342.299	85.2	--	--
Interfase 5-6	18.60	2141.317	1354.274	63.2	--	--
Interfase 6-7	18.93	2186.913	1378.222	63.0	--	--
Cara interior	19.27	2233.355	1402.171	62.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.50	967.217	715.662	74.0	--	--
Interfase 1-2	6.50	967.226	967.226	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.50	967.226	967.226	100.0	150.317	679.130
Interfase 3-4	13.71	1567.554	982.760	62.7	--	--
Interfase 4-5	14.57	1657.979	1355.569	81.8	--	--
Interfase 5-6	18.77	2165.414	1364.890	63.0	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.545	1383.530	62.7	--	--
Cara interior	19.36	2246.325	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.47	1106.826	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.47	1106.834	1106.834	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.47	1106.834	1106.834	100.0	113.004	792.134
Interfase 3-4	14.63	1663.721	1117.382	67.2	--	--
Interfase 4-5	15.36	1744.779	1370.527	78.6	--	--
Interfase 5-6	18.95	2189.748	1376.856	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.20	2224.316	1389.513	62.5	--	--
Cara interior	19.46	2259.360	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.64	1280.603	799.495	62.4	--	--
Interfase 1-2	10.64	1280.611	1280.611	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.64	1280.611	1280.611	100.0	45.012	837.146
Interfase 3-4	15.64	1775.445	1284.952	72.4	--	--
Interfase 4-5	16.24	1844.837	1389.146	75.3	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.791	1391.751	62.8	--	--
Interfase 6-7	19.35	2245.125	1396.961	62.2	--	--
Cara interior	19.56	2273.776	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.09	1606.657	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.09	1606.664	1401.955	87.3	0.037	0.037
Interfase 2-3	14.09	1606.664	1606.664	100.0	-78.363	758.783
Interfase 3-4	17.24	1966.761	1599.360	81.3	--	--
Interfase 4-5	17.62	2014.395	1424.081	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.46	2260.416	1419.699	62.8	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.582	1410.935	61.9	--	--
Cara interior	19.72	2296.875	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.441	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-0.037	--
Interfase 2-3	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-270.039	488.744
Interfase 3-4	19.31	2239.113	2105.398	94.0	--	--
Interfase 4-5	19.41	2252.347	1480.307	65.7	--	--
Interfase 5-6	19.87	2317.608	1464.680	63.2	--	--
Interfase 6-7	19.90	2322.238	1433.425	61.7	--	--
Cara interior	19.93	2326.875	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.77	2606.266	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.77	2606.264	1402.088	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.77	2606.264	2606.264	100.0	-460.967	27.777
Interfase 3-4	20.83	2459.275	2563.260	104.2	--	--
Interfase 4-5	20.71	2442.133	1531.181	62.7	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.349	1505.379	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.12	2354.715	1453.775	61.7	--	--
Cara interior	20.08	2349.093	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2528.867	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-27.777	--
Interfase 3-4	20.60	2424.748	2488.625	102.6	--	--
Interfase 4-5	20.52	2412.509	1522.888	63.1	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.829	1498.744	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.09	2349.769	1450.458	61.7	--	--
Cara interior	20.06	2345.715	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.895	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.896	1402.099	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.896	1402.100	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2251.947	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.48	2263.471	1402.163	61.9	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.179	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2324.195	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.94	2328.216	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1546.068	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1546.074	1402.017	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1546.074	1402.018	90.7	--	--
Interfase 3-4	16.97	1932.736	1402.024	72.5	--	--
Interfase 4-5	17.38	1984.394	1402.154	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.41	2252.884	1402.158	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.55	2272.815	1402.164	61.7	--	--
Cara interior	19.69	2292.900	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.27	1092.109	852.829	78.1	--	--
Interfase 1-2	8.27	1092.118	1092.118	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.27	1092.118	1092.118	100.0	114.808	114.808
Interfase 3-4	14.53	1653.876	1103.191	66.7	--	--
Interfase 4-5	15.28	1735.923	1368.951	78.9	--	--
Interfase 5-6	18.94	2187.304	1375.595	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.19	2222.432	1388.883	62.5	--	--
Cara interior	19.45	2258.054	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.12	878.959	718.612	81.8	--	--
Interfase 1-2	5.12	878.968	878.968	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.12	878.968	878.968	100.0	200.192	315.001
Interfase 3-4	13.06	1503.173	897.654	59.7	--	--
Interfase 4-5	14.02	1599.495	1346.113	84.2	--	--
Interfase 5-6	18.65	2148.522	1357.325	63.2	--	--
Interfase 6-7	18.97	2192.488	1379.748	62.9	--	--
Cara interior	19.30	2237.239	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

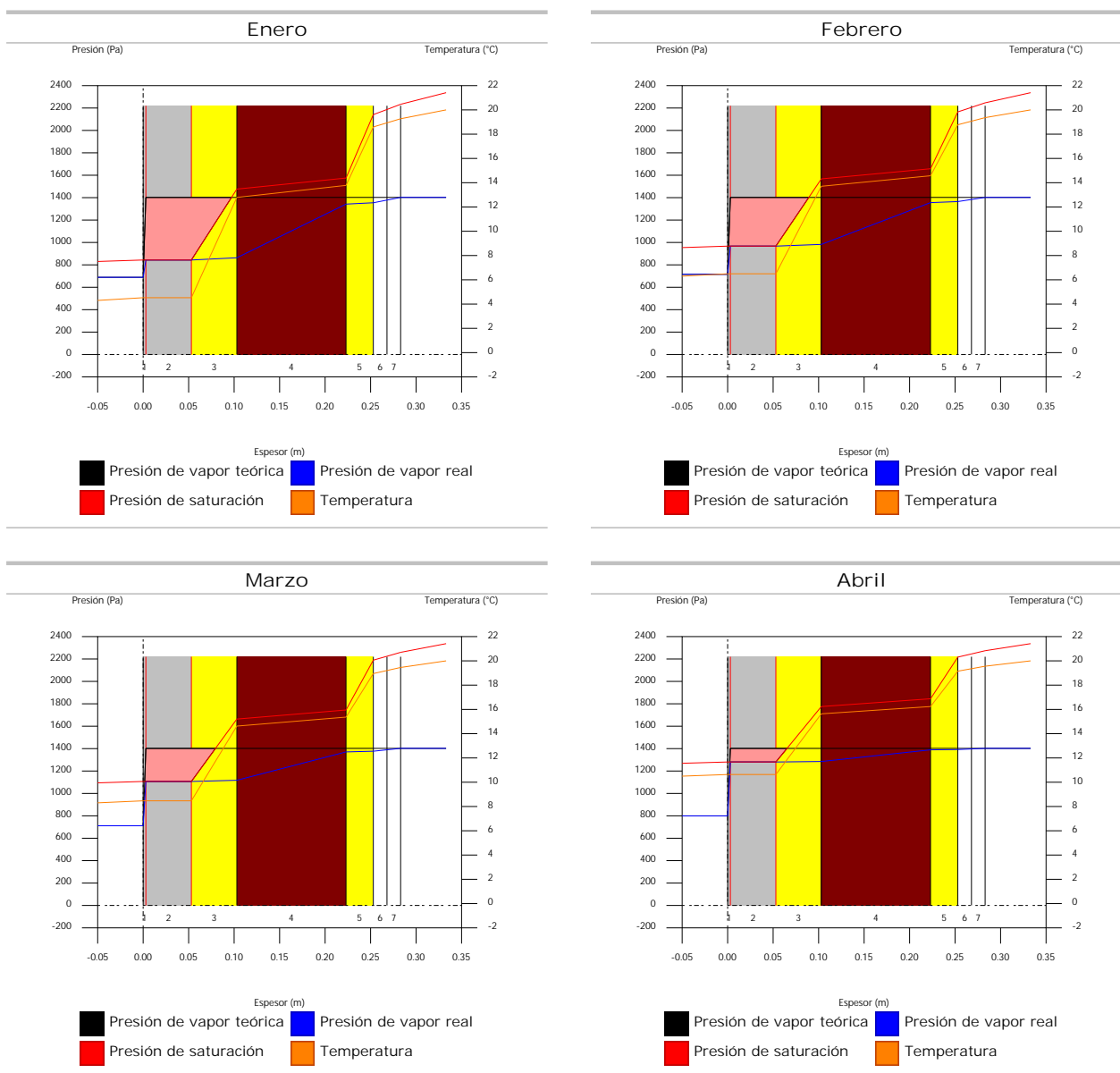
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	213.813	150.317	113.004	45.012	0.037	--	0.215	--	--	--	114.808	200.192
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	78.363	270.076	460.967	27.992	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	528.813	679.130	792.134	837.146	758.819	488.744	27.992	--	--	--	114.808	315.001

donde:

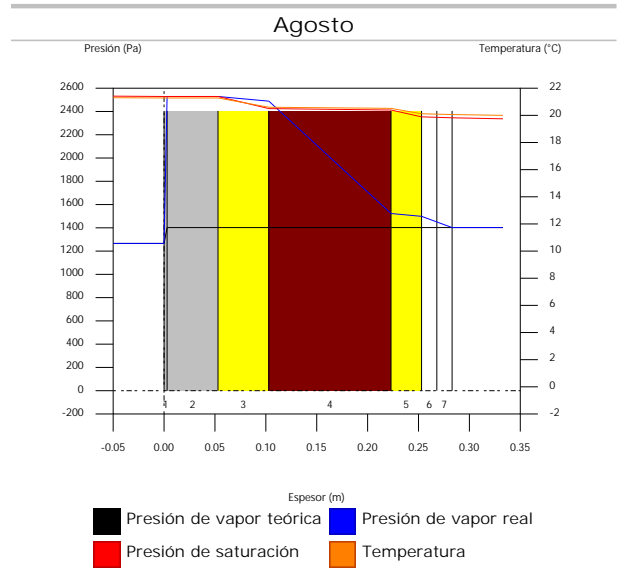
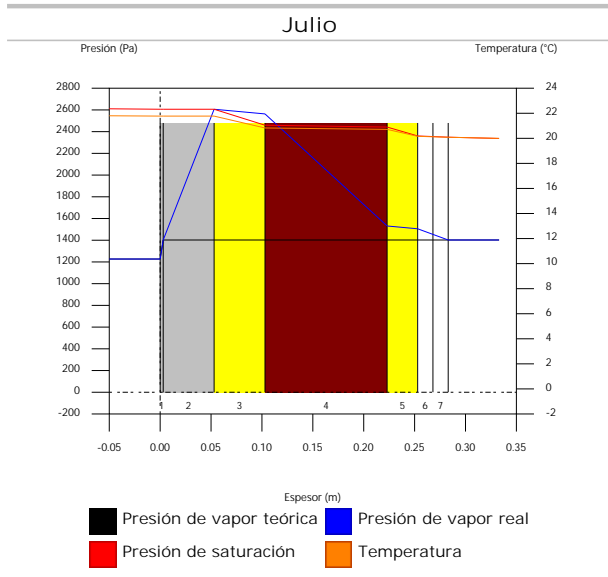
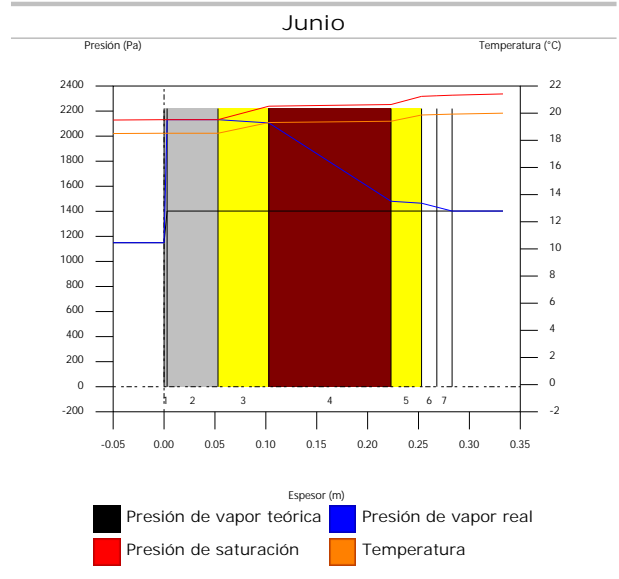
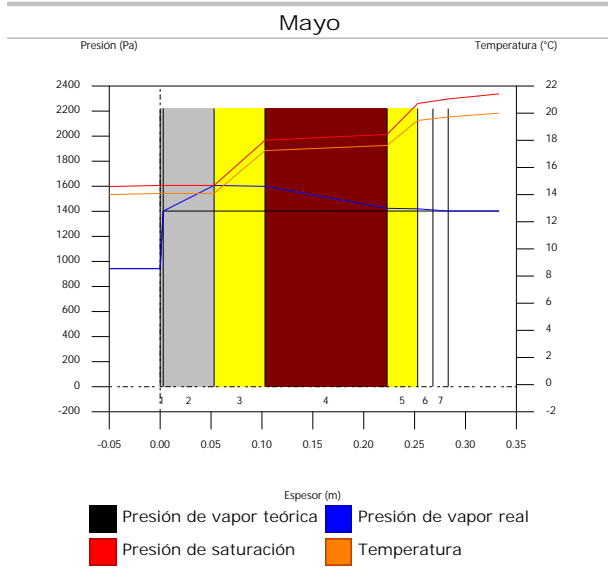
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

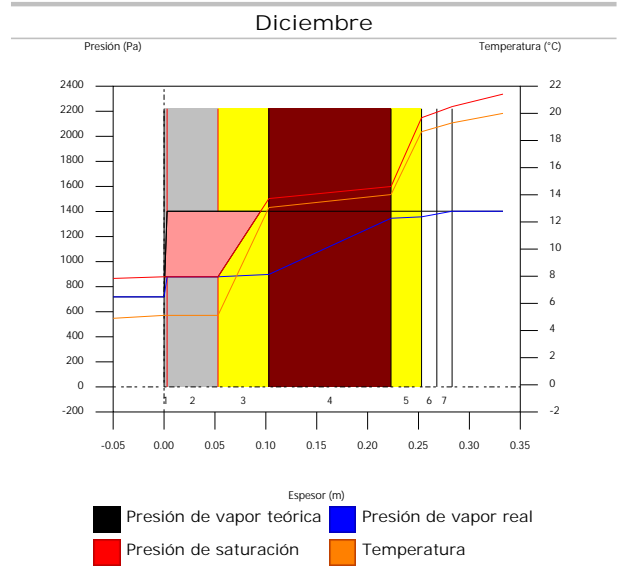
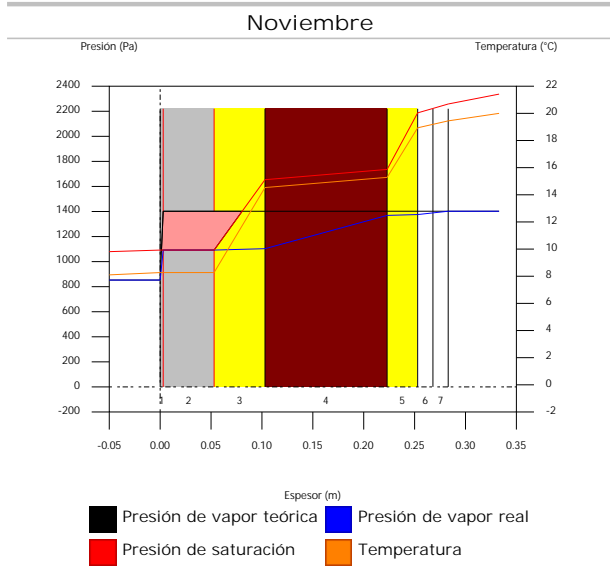
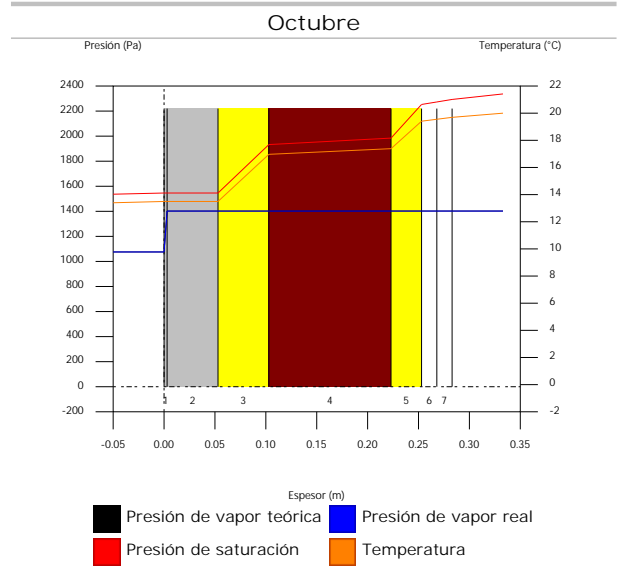
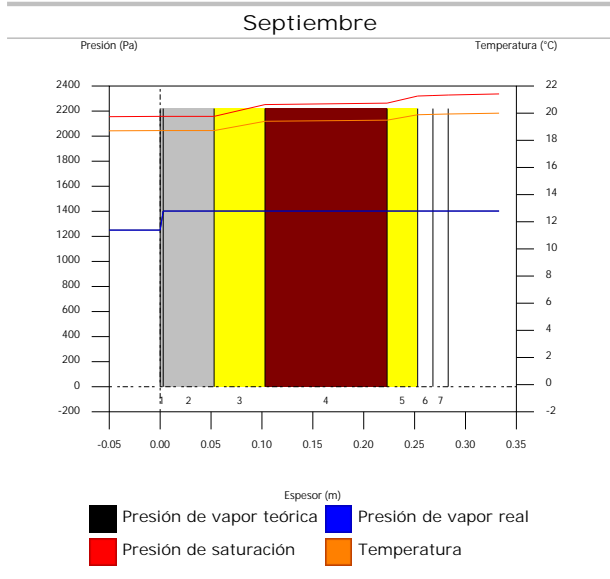
1.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



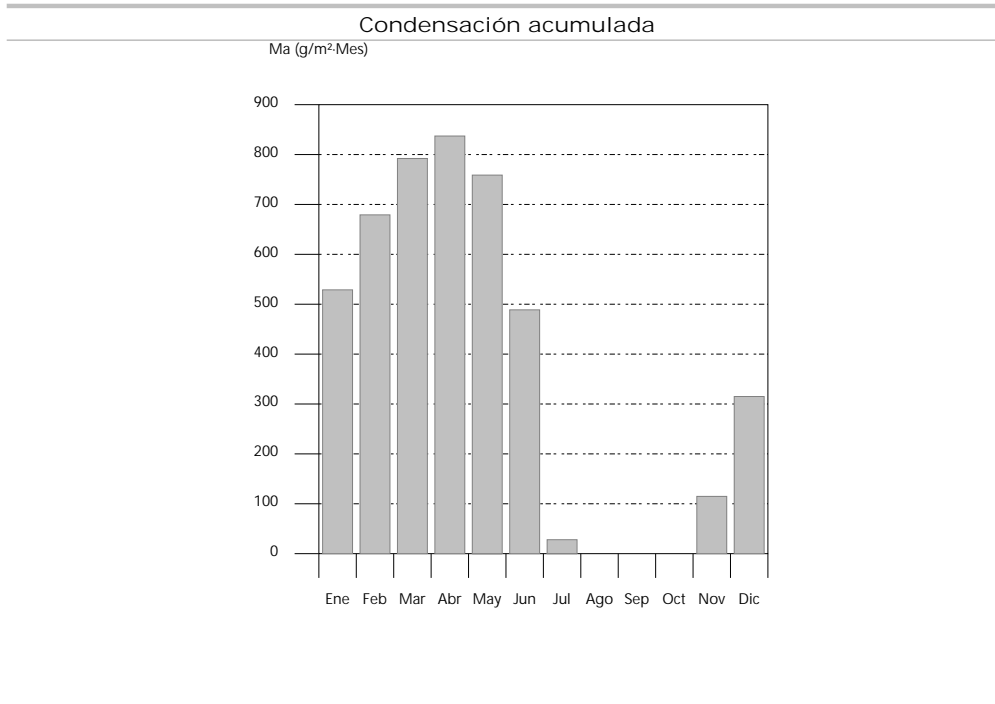
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



1.4. CUB PB-GAR

1.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones

1.4.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.919 \text{ } ^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.325 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,crit} \in [0.8]$.

1.4.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

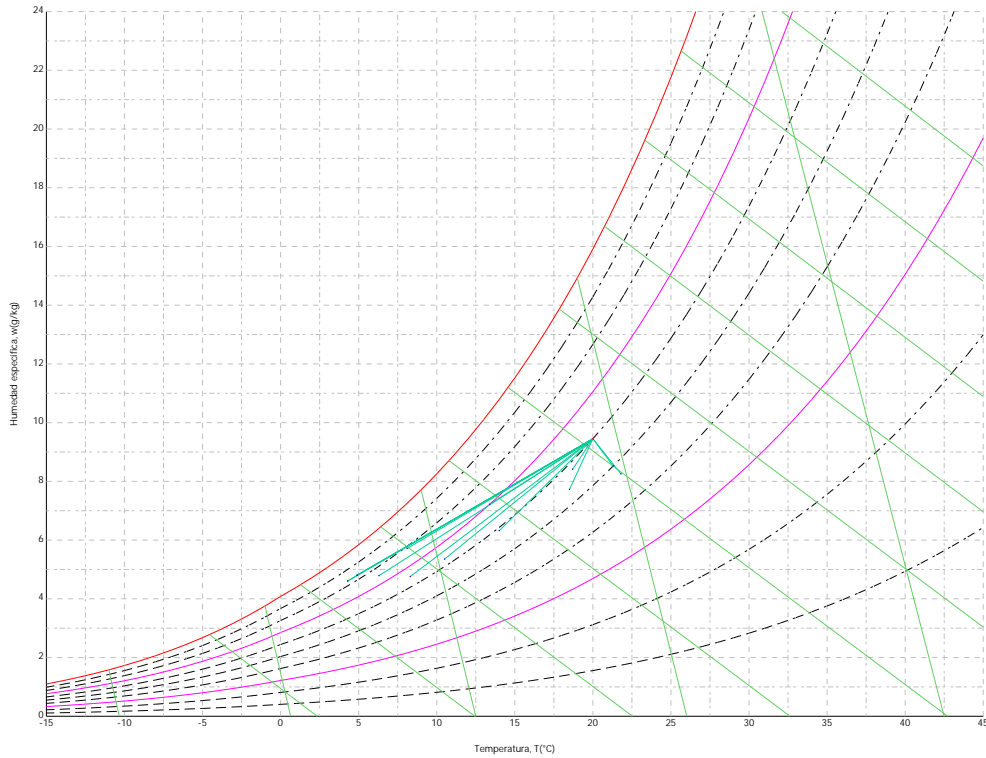
1.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

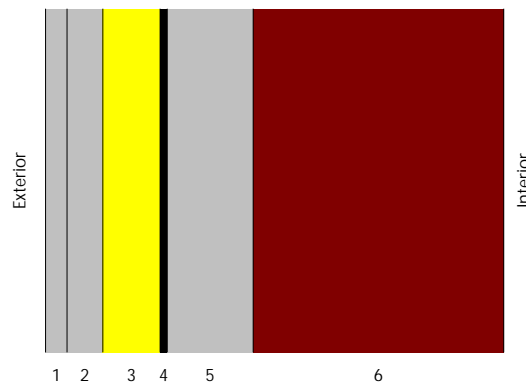
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



1.4.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

CUB PB-GAR		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	3.0	1.500	0.02000	50	1.5
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	5.0	0.550	0.09091	10	0.5
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	8.0	0.034	2.35294	20	1.6
4	Asfalto	1.0	0.700	0.01429	50000	500
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	12.0	0.550	0.21818	10	1.2
6	FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	35.0	1.430	0.24476	80	28
R_{si}				0.10		

donde:

Condensaciones

- e: Espesor, cm.
 l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_{af}: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	64.0
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.0811
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	532.80
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.325
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.919

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
 R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
 S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.325 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

1.4.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e > q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i: Temperatura del aire interior, °C.
 j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.919 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento

Condensaciones

constructivo.

1.4.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfaces formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

CUB PB-GAR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.50	842.126	689.042	81.8	--	--
Interfase 1-2	4.61	848.160	691.050	81.5	--	--
Interfase 2-3	5.07	876.071	691.719	79.0	--	--
Interfase 3-4	17.06	1943.862	693.861	35.7	--	--
Interfase 4-5	17.13	1952.843	1363.088	69.8	--	--
Interfase 5-6	18.24	2094.591	1364.694	65.2	--	--
Cara interior	19.49	2264.249	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

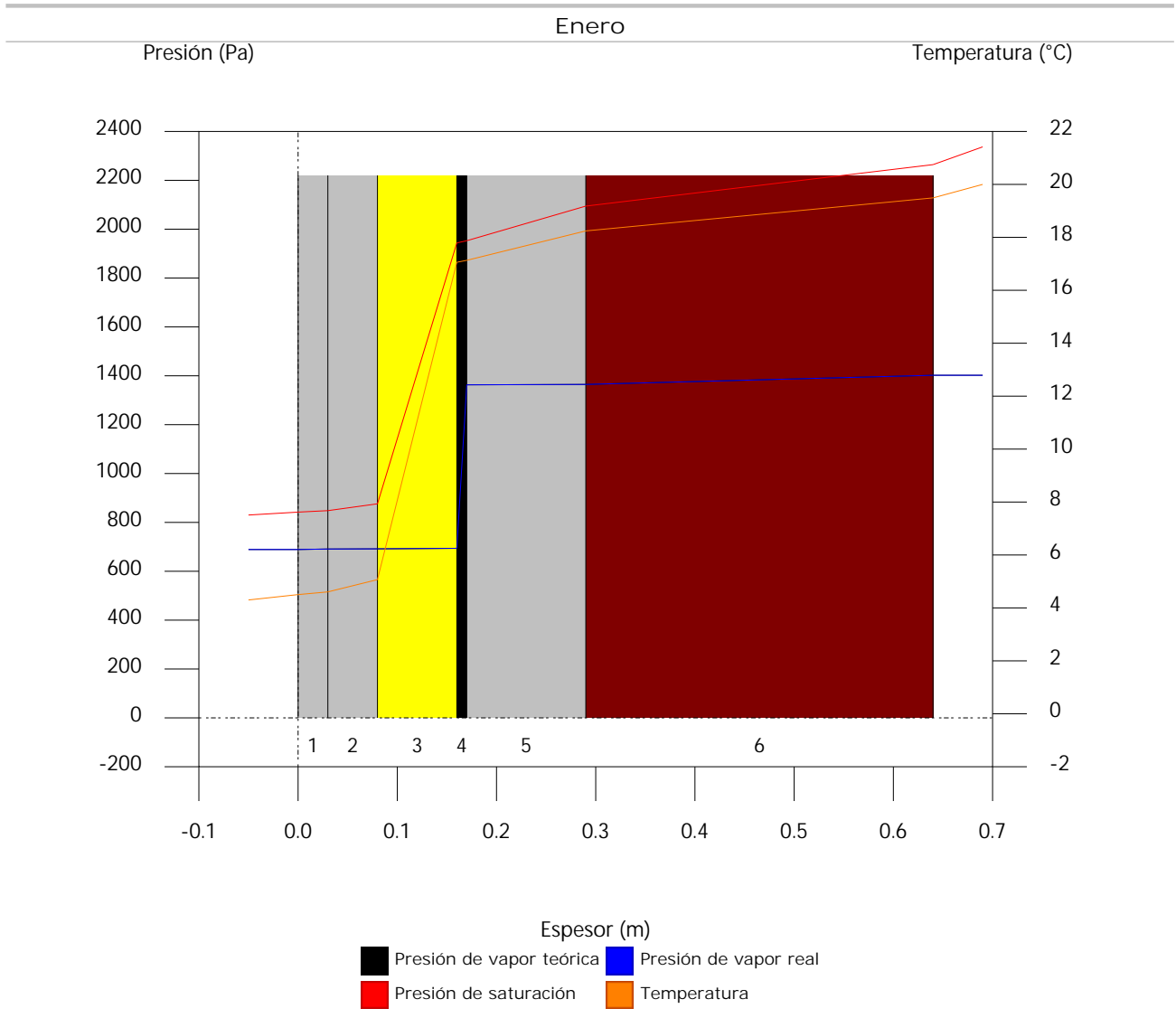
donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Condensaciones

1.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



1.5. CUB ZINC

1.5.1. Resultados del cálculo de condensaciones

1.5.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.947 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

1.5.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

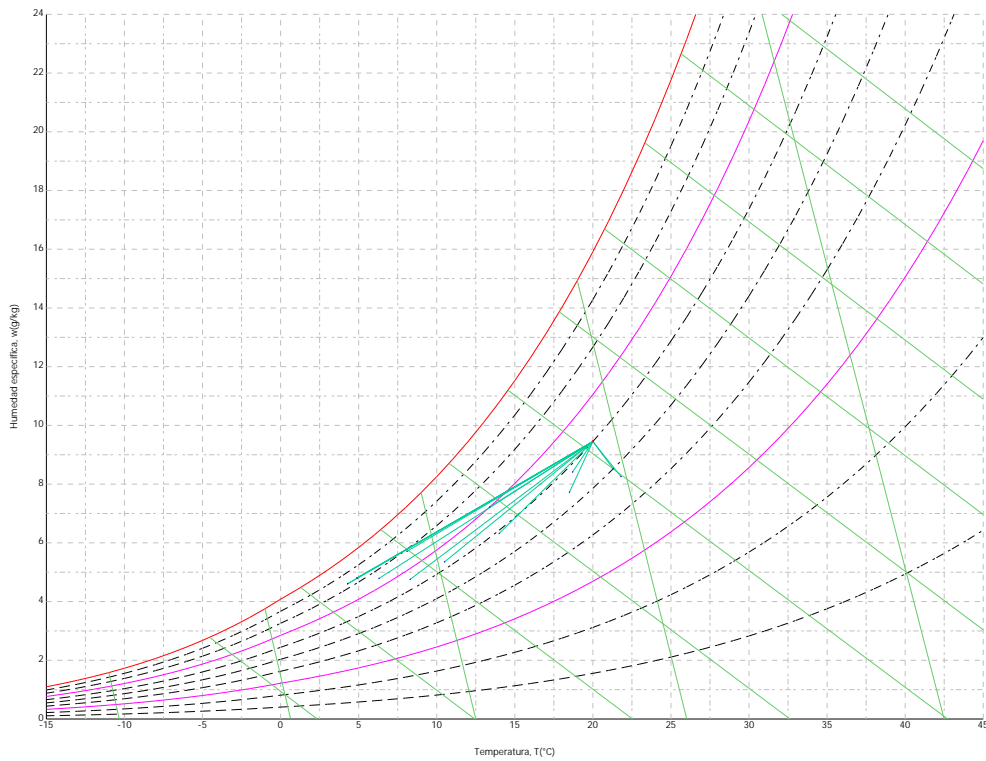
Condensaciones

1.5.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

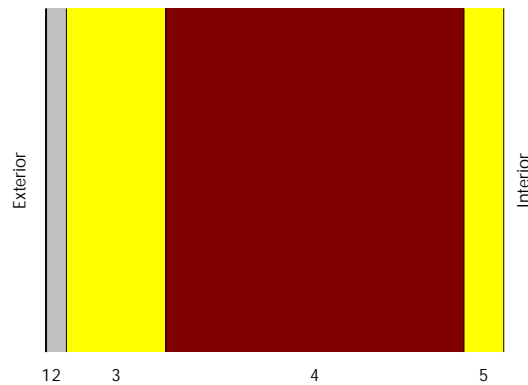
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



1.5.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de

Condensaciones

caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

CUB ZINC		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _a (m)
R_{se}		0.04				
1	Zinc	0.1	110.000	0.00001	1000000	1000
2	Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2.0	0.130	0.15385	30	0.6
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	10.0	0.034	2.94118	20	2
4	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.937	0.32017	10	3
5	MW Lana mineral [0.034 W/[mK]]	4.0	0.034	1.17647	1	0.04
R_{si}		0.10				

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	46.1
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	4.7317
Espesor de aire equivalente total, S _{a,T}	m	1005.64
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.211
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.947

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{a,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.211 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

1.5.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} ≤ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498

Condensaciones

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$, donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i : Temperatura del aire interior, °C.
- j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.947 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

1.5.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

CUB ZINC	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.43	837.939	689.042	82.2	--	--
Interfase 1-2	4.43	837.940	837.940	100.0	27.128	79.046
Interfase 2-3	4.94	868.415	868.415	100.0	29.523	59.804
Interfase 3-4	14.70	1672.009	1080.223	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.76	1790.134	1397.935	78.1	--	--
Cara interior	19.67	2289.382	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q : Temperatura, °C.
- P_{sat} : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n : Presión del vapor de agua, Pa.
- j : Humedad relativa, %.
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.42	961.875	715.662	74.4	--	--
Interfase 1-2	6.42	961.877	961.877	100.0	24.044	103.089
Interfase 2-3	6.86	991.840	991.840	100.0	15.229	75.033
Interfase 3-4	15.38	1746.229	1154.670	66.1	--	--
Interfase 4-5	16.30	1852.881	1398.914	75.5	--	--
Cara interior	19.71	2295.395	1402.171	61.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.40	1101.686	711.302	64.6	--	--
Interfase 1-2	8.40	1101.688	1101.688	100.0	25.481	128.570
Interfase 2-3	8.78	1130.463	1130.463	100.0	3.188	78.221
Interfase 3-4	16.05	1823.322	1238.283	67.9	--	--
Interfase 4-5	16.84	1917.546	1400.014	73.0	--	--
Cara interior	19.75	2301.421	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.58	1275.857	799.495	62.7	--	--
Interfase 1-2	10.58	1275.859	1275.859	100.0	22.668	151.239
Interfase 2-3	10.89	1302.381	1302.381	100.0	-12.651	65.570
Interfase 3-4	16.79	1911.554	1341.980	70.2	--	--
Interfase 4-5	17.44	1990.954	1401.379	70.4	--	--
Cara interior	19.80	2308.065	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.05	1602.997	942.661	58.8	--	--
Interfase 1-2	14.05	1602.998	1602.998	100.0	17.857	169.096
Interfase 2-3	14.25	1623.395	1623.395	100.0	-41.724	23.846
Interfase 3-4	17.98	2059.639	1535.608	74.6	--	--
Interfase 4-5	18.38	2112.815	1403.926	66.4	--	--
Cara interior	19.87	2318.671	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.51	2130.268	1149.432	54.0	--	--
Interfase 1-2	18.51	2130.269	2130.269	100.0	5.120	174.216
Interfase 2-3	18.56	2136.783	2136.783	100.0	-23.846	--
Interfase 3-4	19.49	2264.728	1845.270	81.5	--	--
Interfase 4-5	19.60	2279.052	1408.001	61.8	--	--
Cara interior	19.97	2332.369	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.946	1226.874	47.0	--	--
Interfase 1-2	21.78	2607.945	2607.945	100.0	-115.263	58.953
Interfase 2-3	21.73	2598.642	2479.671	95.4	--	--
Interfase 3-4	20.61	2426.271	2052.092	84.6	--	--
Interfase 4-5	20.49	2408.124	1410.722	58.6	--	--
Cara interior	20.04	2342.460	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2530.048	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.29	2530.047	2530.047	100.0	-58.953	--
Interfase 2-3	21.25	2523.501	2410.060	95.5	--	--
Interfase 3-4	20.44	2401.165	2010.104	83.7	--	--
Interfase 4-5	20.35	2388.166	1410.170	59.0	--	--
Cara interior	20.03	2340.928	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2156.867	1250.123	58.0	--	--
Interfase 1-2	18.71	2156.867	1401.318	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.75	2162.574	1401.409	64.8	--	--
Interfase 3-4	19.56	2274.244	1401.711	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.65	2286.699	1402.165	61.3	--	--
Cara interior	19.97	2332.980	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.46	1542.175	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.46	1542.177	1400.339	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.67	1563.878	1400.534	89.6	--	--
Interfase 3-4	17.77	2033.562	1401.183	68.9	--	--
Interfase 4-5	18.22	2091.472	1402.158	67.0	--	--
Cara interior	19.86	2316.850	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.20	1086.943	852.829	78.5	--	--
Interfase 1-2	8.20	1086.945	1086.945	100.0	24.872	24.872
Interfase 2-3	8.59	1115.873	1115.873	100.0	4.454	4.454
Interfase 3-4	15.98	1815.481	1229.483	67.7	--	--
Interfase 4-5	16.79	1910.992	1399.898	73.3	--	--
Cara interior	19.75	2300.817	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.03	873.549	718.612	82.3	--	--
Interfase 1-2	5.03	873.550	873.550	100.0	27.045	51.917
Interfase 2-3	5.52	903.936	903.936	100.0	25.827	30.281
Interfase 3-4	14.90	1693.979	1101.648	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.93	1808.760	1398.216	77.3	--	--
Cara interior	19.68	2291.185	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² .mes)	56.651	39.273	28.670	22.668	17.857	5.120	--	--	--	--	29.326	52.872
g _{ev} g/(m ² .mes)	--	--	--	12.651	41.724	23.846	115.263	58.953	--	--	--	--
M _a (g/m ²)	138.849	178.122	206.792	216.809	192.942	174.216	58.953	--	--	--	29.326	82.199

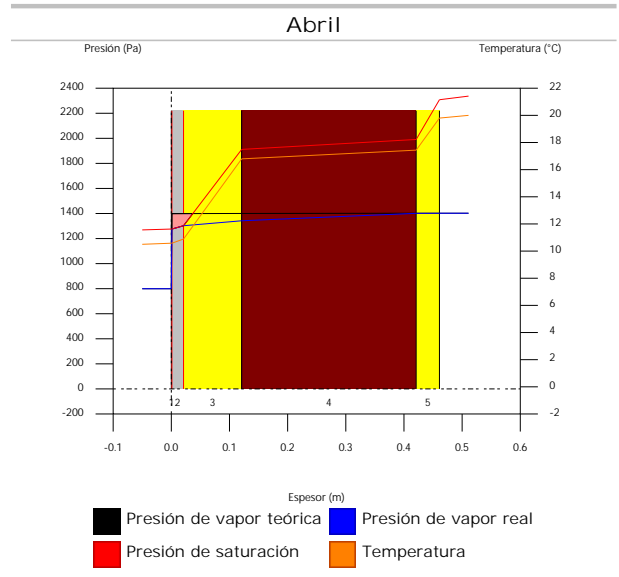
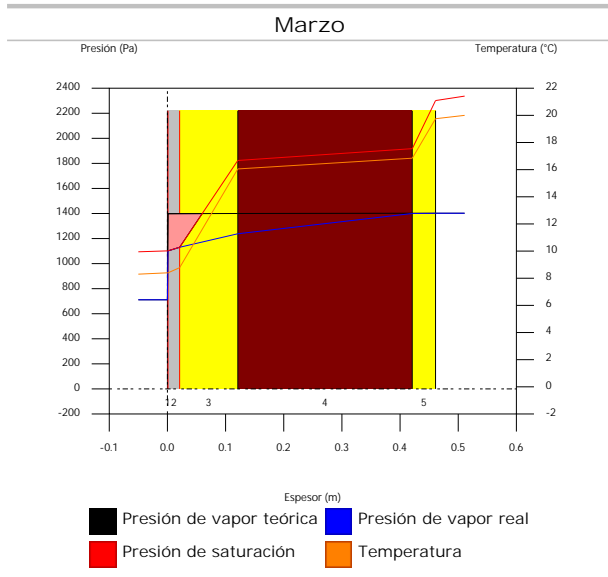
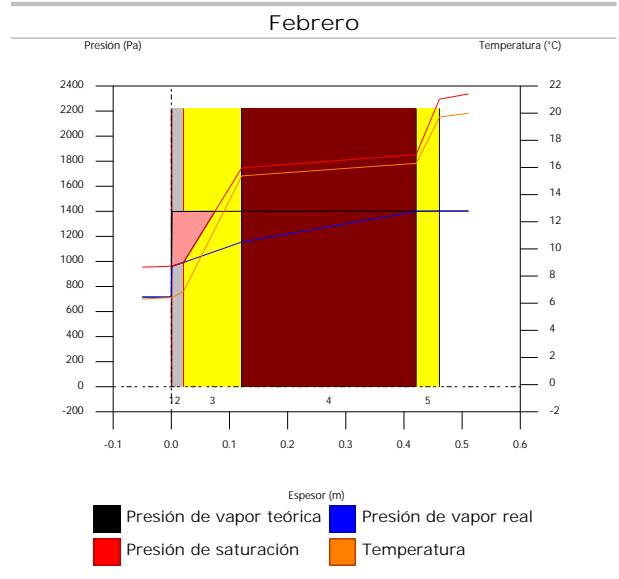
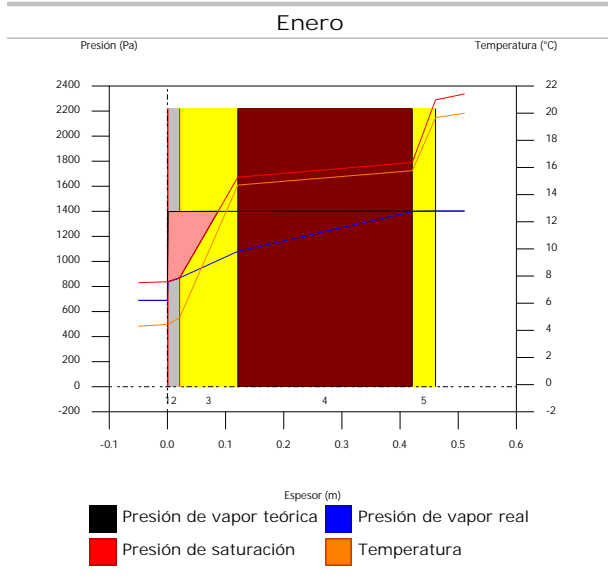
donde:

- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- g_{ev}: Densidad de flujo de evaporación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

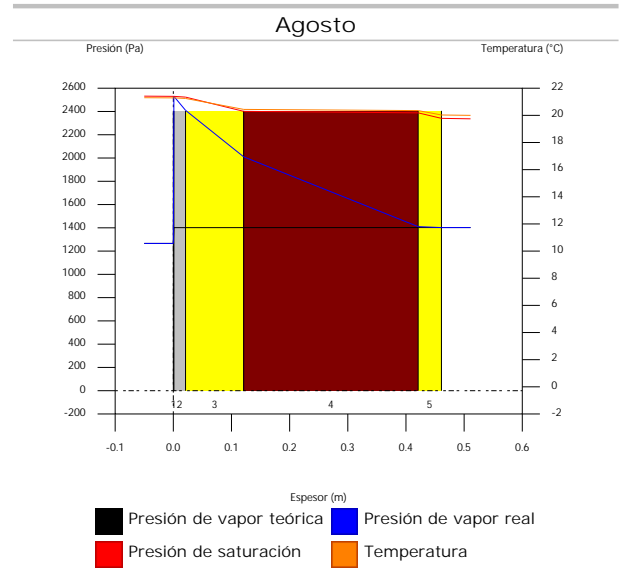
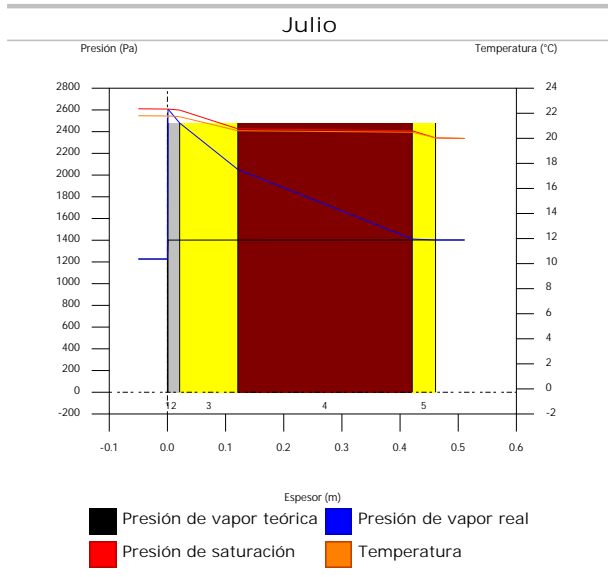
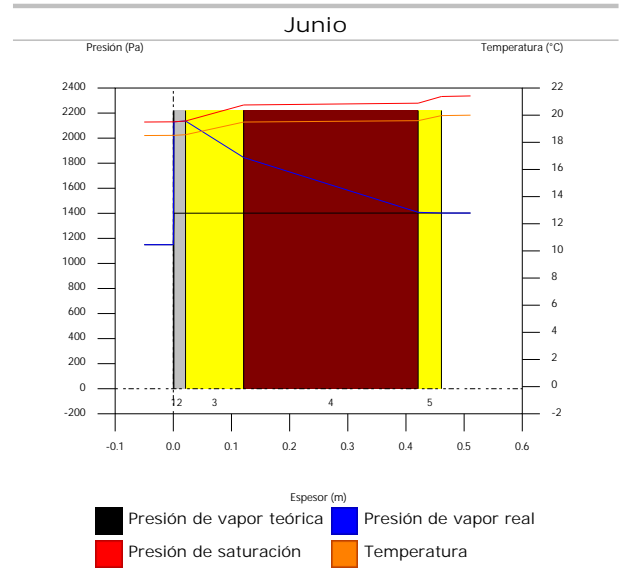
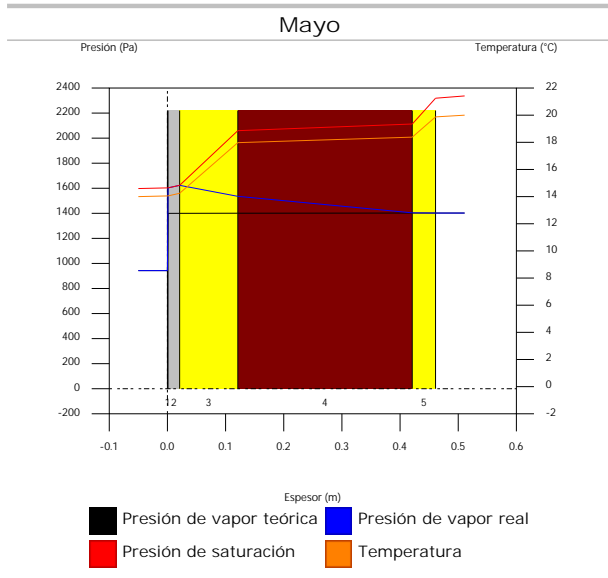
>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

1.5.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas

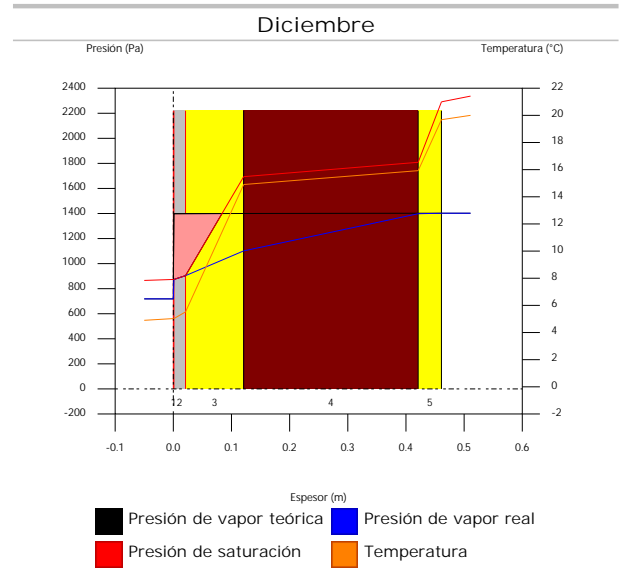
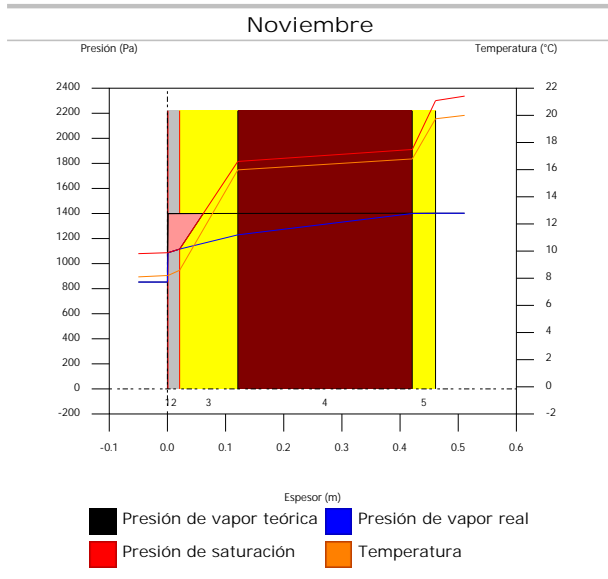
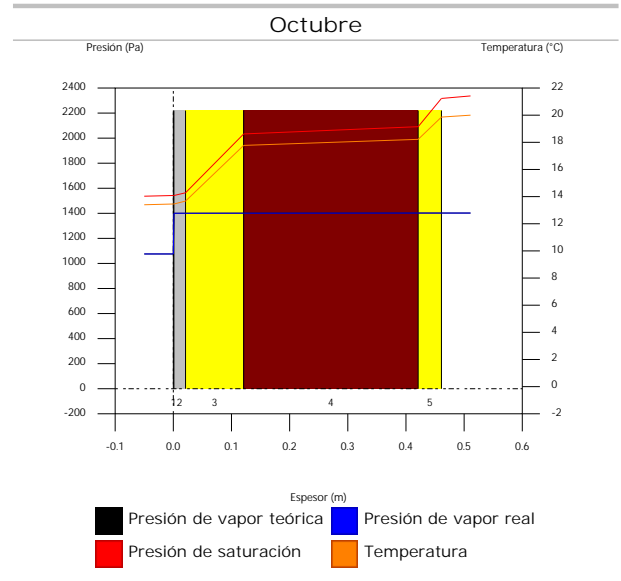
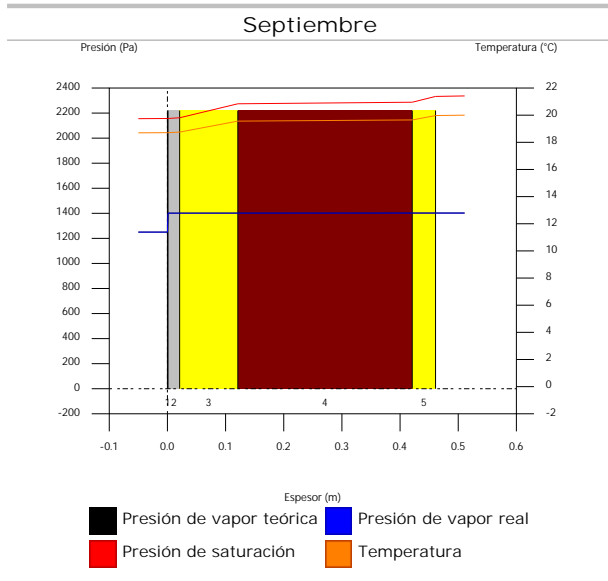
Condensaciones



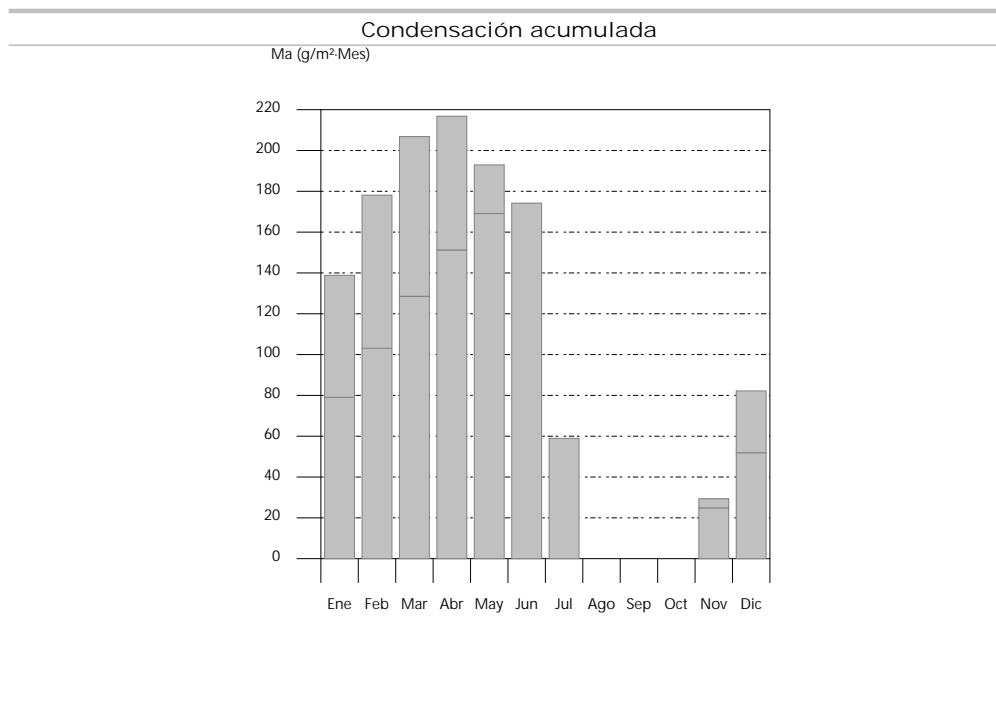
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



2. ZONA 2

2.1. FAC Norte PB

2.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

2.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.929^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.286 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

2.1.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

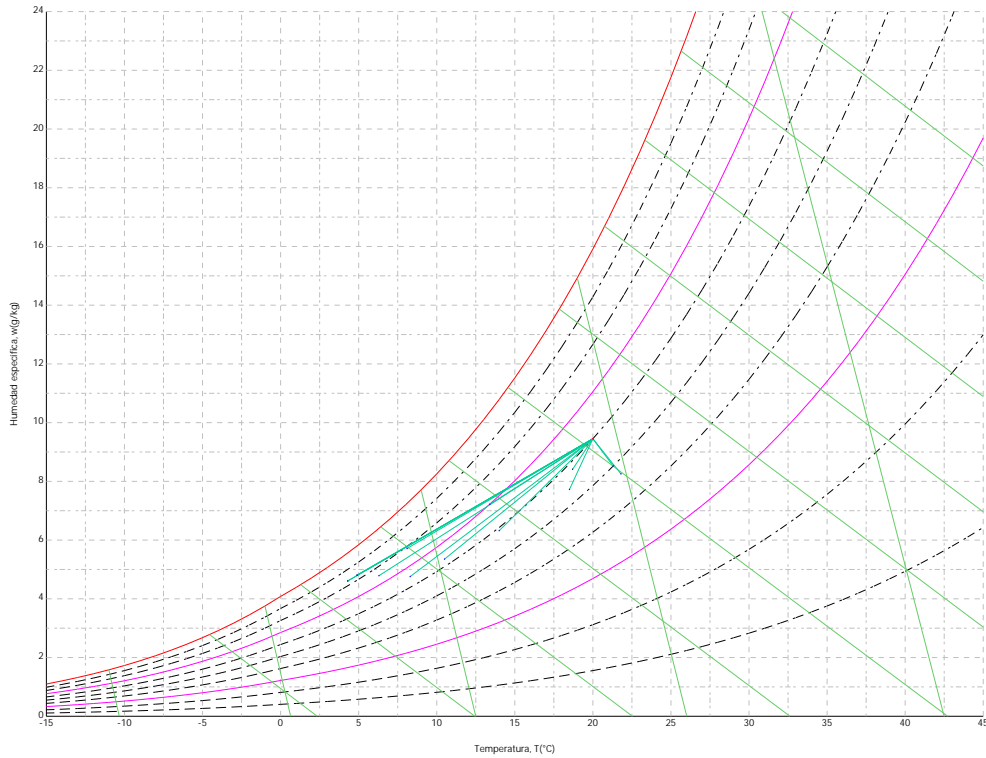
2.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

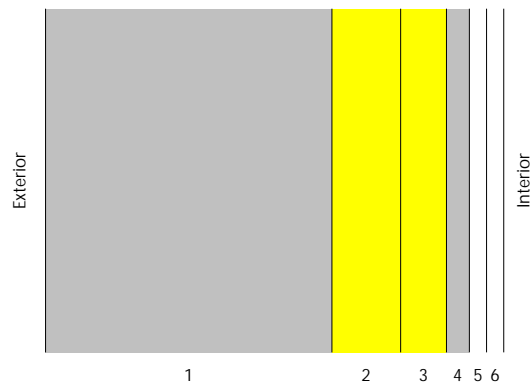
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



2.1.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC Norte PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800	25.0	1.150	0.21739	60	15
2	ultracustic plus	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
3	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
4	Cámara de aire	2.0		0.08750		0.01
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

Condensaciones

- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	40.0
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.5025
Espesor de aire equivalente total, S _{a,T}	m	15.23
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.286
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.929

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
 R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
 S_{a,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.286 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

2.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i: Temperatura del aire interior, °C.
 j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.929 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

2.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfaces formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.48	840.680	689.042	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.45	899.868	899.868	100.0	1162.355	2810.531
Interfase 2-3	13.36	1532.993	1030.904	67.2	--	--
Interfase 3-4	18.49	2126.863	1118.261	52.6	--	--
Interfase 4-5	18.88	2179.677	1140.100	52.3	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.553	1271.135	57.3	--	--
Cara interior	19.42	2253.973	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.576	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	7.31	1022.628	1022.628	100.0	788.524	3599.055
Interfase 2-3	14.21	1619.583	1121.639	69.3	--	--
Interfase 3-4	18.68	2152.672	1187.647	55.2	--	--
Interfase 4-5	19.02	2199.183	1204.148	54.8	--	--
Interfase 5-6	19.26	2231.582	1303.160	58.4	--	--
Cara interior	19.49	2264.398	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.43	1104.285	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	9.16	1159.902	1159.902	100.0	548.235	4147.290
Interfase 2-3	15.05	1710.434	1223.102	71.5	--	--
Interfase 3-4	18.87	2178.754	1265.236	58.1	--	--
Interfase 4-5	19.16	2218.841	1275.769	57.5	--	--
Interfase 5-6	19.37	2246.700	1338.970	59.6	--	--
Cara interior	19.57	2274.865	1402.171	61.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.257	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	11.20	1329.391	1329.391	100.0	145.726	4293.016
Interfase 2-3	15.98	1815.504	1348.377	74.3	--	--
Interfase 3-4	19.08	2207.764	1361.034	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.32	2240.642	1364.199	60.9	--	--
Interfase 5-6	19.48	2263.434	1383.185	61.1	--	--
Cara interior	19.65	2286.428	1402.171	61.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1604.849	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.44	1644.023	1644.023	100.0	-588.332	3704.683
Interfase 2-3	17.46	1994.333	1580.931	79.3	--	--
Interfase 3-4	19.42	2254.613	1538.870	68.3	--	--
Interfase 4-5	19.57	2275.713	1528.355	67.2	--	--
Interfase 5-6	19.67	2290.280	1465.263	64.0	--	--
Cara interior	19.78	2304.930	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.862	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.61	2143.317	2143.317	100.0	-1704.827	1999.856
Interfase 2-3	19.37	2246.799	1949.974	86.8	--	--
Interfase 3-4	19.86	2316.124	1821.079	78.6	--	--
Interfase 4-5	19.89	2321.508	1788.856	77.1	--	--
Interfase 5-6	19.92	2325.206	1595.513	68.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.910	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.096	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.67	2589.366	2589.366	100.0	-1999.856	--
Interfase 2-3	20.76	2449.296	2279.663	93.1	--	--
Interfase 3-4	20.17	2362.160	2073.194	87.8	--	--
Interfase 4-5	20.13	2355.601	2021.577	85.8	--	--
Interfase 5-6	20.10	2351.114	1711.874	72.8	--	--
Cara interior	20.07	2346.633	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2529.450	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.20	2516.969	1400.112	55.6	--	--
Interfase 2-3	20.55	2417.626	1400.649	57.9	--	--
Interfase 3-4	20.13	2355.134	1401.007	59.5	--	--
Interfase 4-5	20.09	2350.408	1401.097	59.6	--	--
Interfase 5-6	20.07	2347.172	1401.634	59.7	--	--
Cara interior	20.05	2343.940	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2157.387	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.80	2168.295	1399.875	64.6	--	--
Interfase 2-3	19.45	2258.641	1400.474	62.0	--	--
Interfase 3-4	19.87	2318.892	1400.873	60.4	--	--
Interfase 4-5	19.91	2323.562	1400.973	60.3	--	--
Interfase 5-6	19.93	2326.769	1401.572	60.2	--	--
Cara interior	19.95	2329.980	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.145	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.89	1585.849	1397.239	88.1	--	--
Interfase 2-3	17.21	1962.623	1398.525	71.3	--	--
Interfase 3-4	19.36	2246.521	1399.383	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.53	2269.667	1399.598	61.7	--	--
Interfase 5-6	19.64	2285.659	1400.884	61.3	--	--
Cara interior	19.76	2301.749	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.555	852.829	78.3	--	--
Interfase 1-2	8.97	1145.481	1145.481	100.0	568.442	568.442
Interfase 2-3	14.97	1701.153	1212.443	71.3	--	--
Interfase 3-4	18.85	2176.134	1257.085	57.8	--	--
Interfase 4-5	19.15	2216.868	1268.246	57.2	--	--
Interfase 5-6	19.35	2245.185	1335.208	59.5	--	--
Cara interior	19.56	2273.817	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.07	876.283	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	6.01	935.254	935.254	100.0	1079.733	1648.176
Interfase 2-3	13.62	1558.533	1057.058	67.8	--	--
Interfase 3-4	18.54	2134.577	1138.261	53.3	--	--
Interfase 4-5	18.92	2185.513	1158.562	53.0	--	--
Interfase 5-6	19.18	2221.052	1280.366	57.6	--	--
Cara interior	19.44	2257.096	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	1162.355	788.524	548.235	145.726	--	--	--	--	--	--	568.442	1079.733

Condensaciones

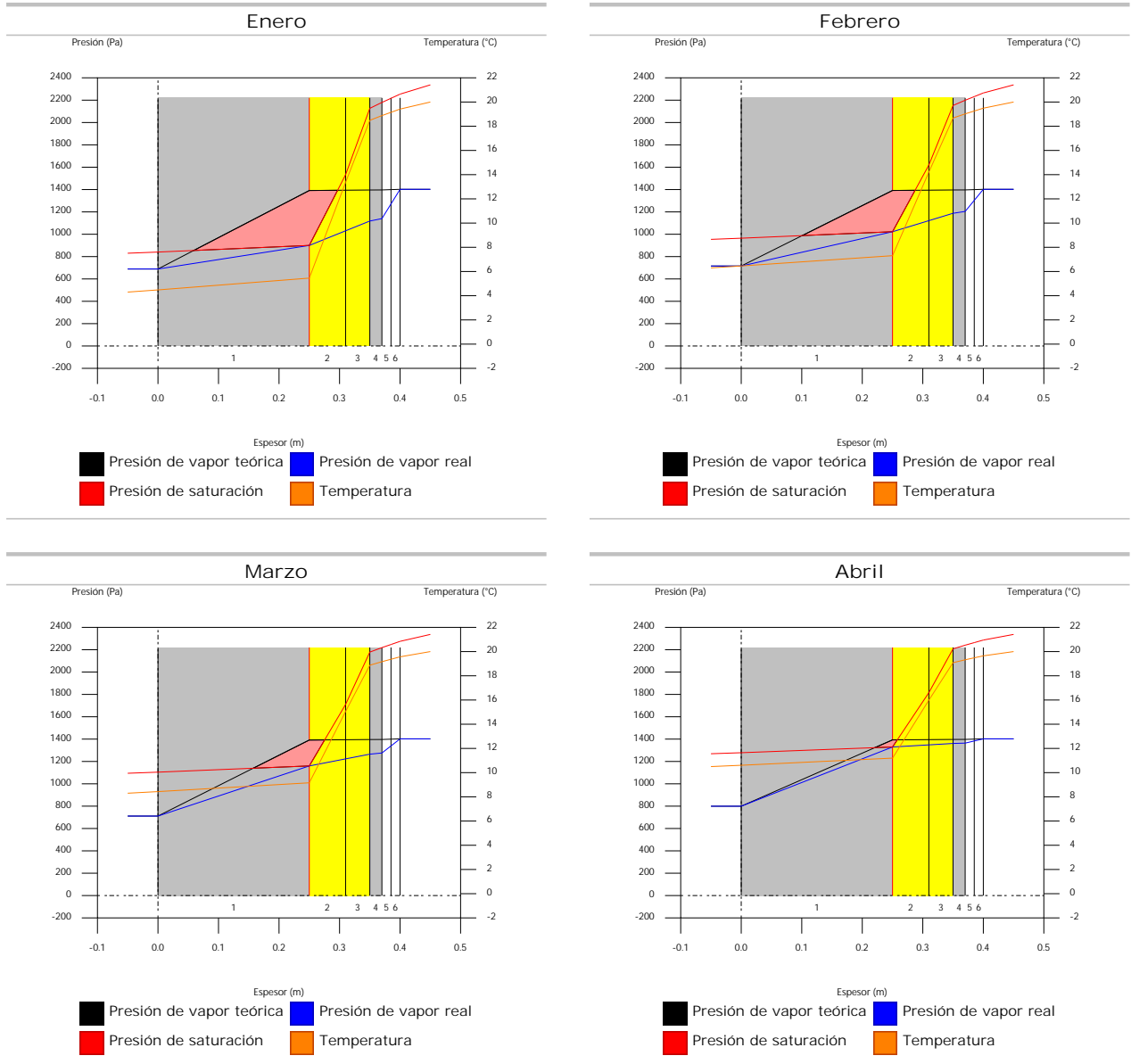
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
g_{ev} (g/(m ² ·mes))	--	--	--	--	588.332	1704.827	1999.856	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	2810.531	3599.055	4147.290	4293.016	3704.683	1999.856	--	--	--	--	568.442	1648.176

donde:

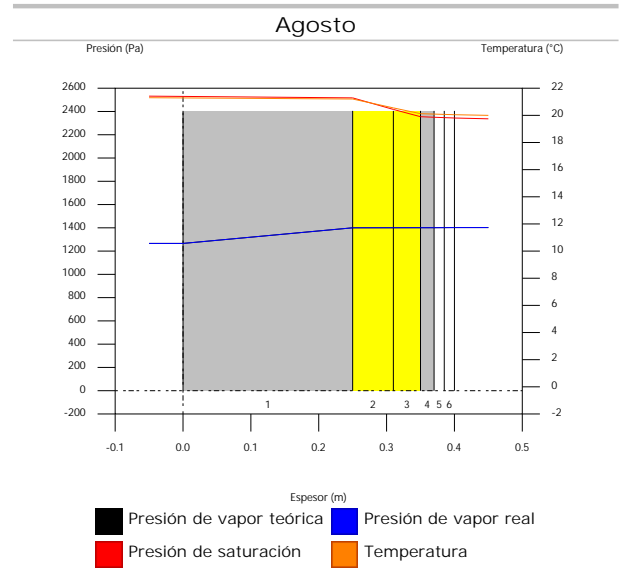
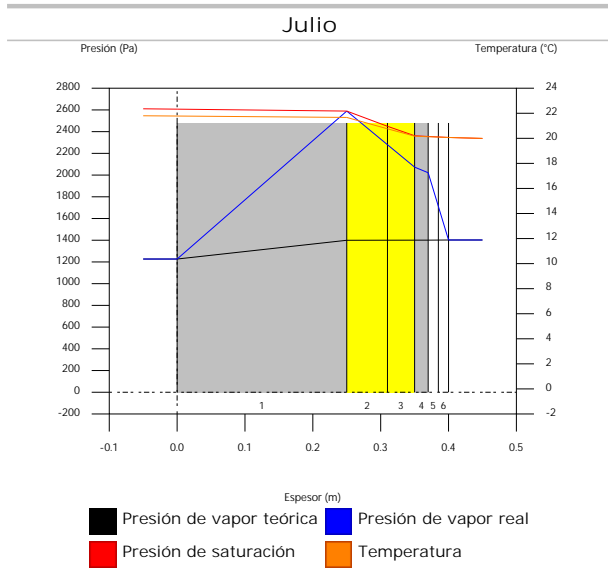
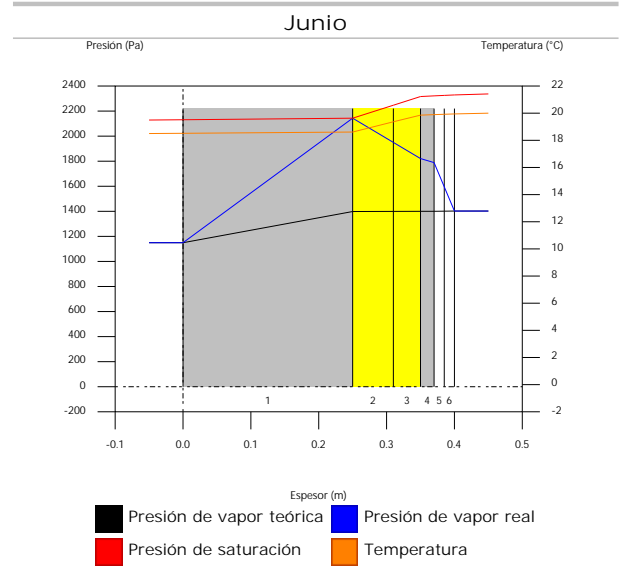
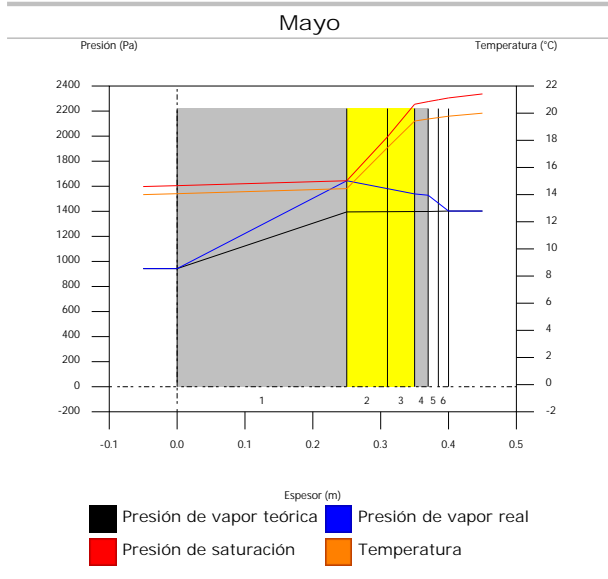
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

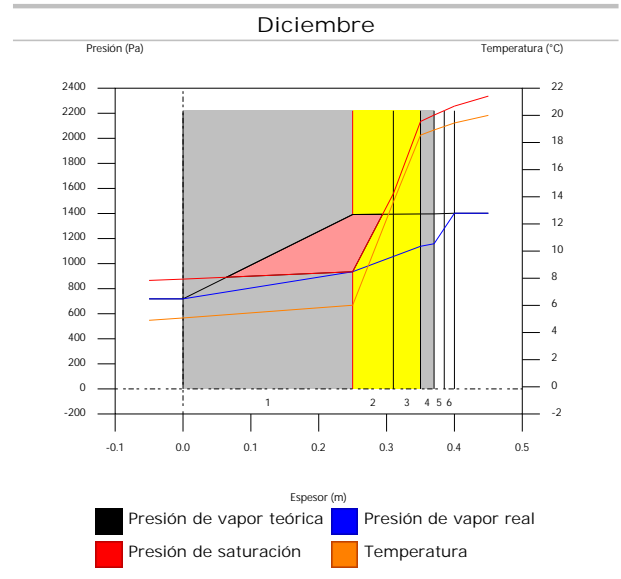
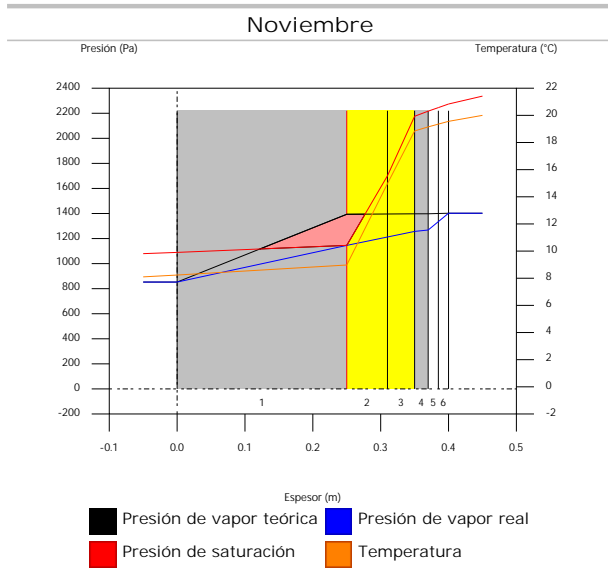
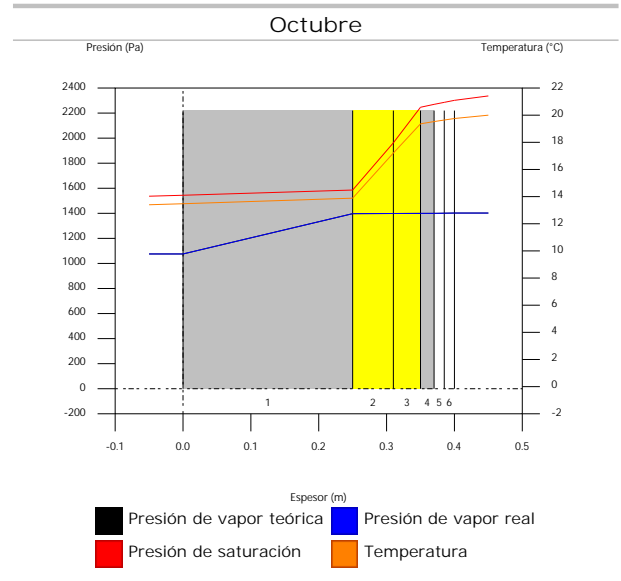
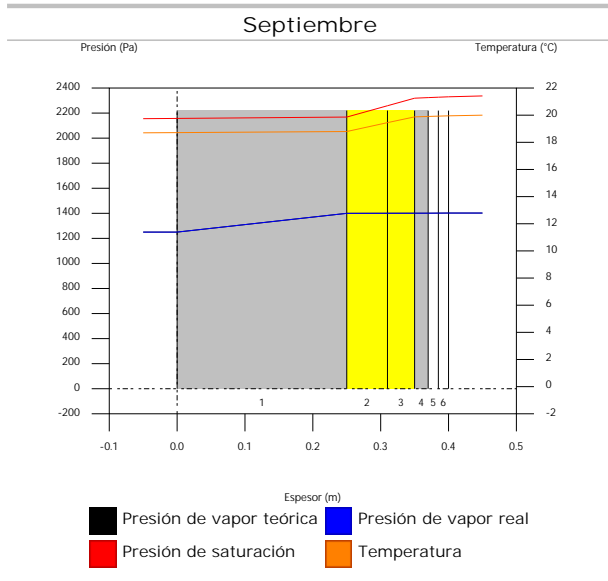
2.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



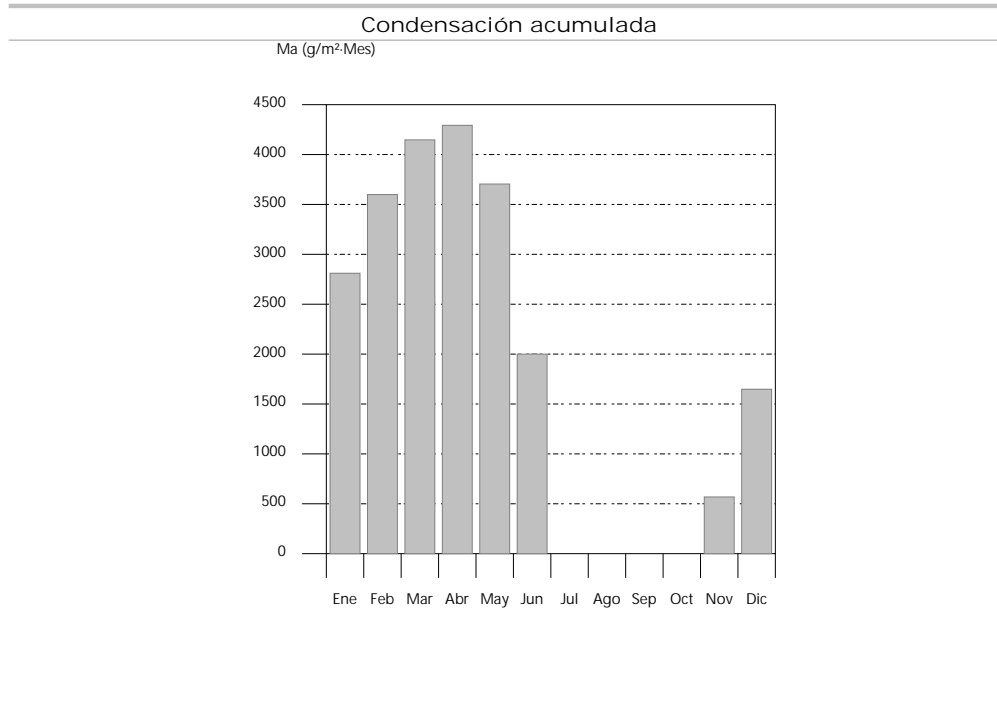
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



2.2. FAC OESTE PB

2.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

2.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.927^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.291 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

2.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

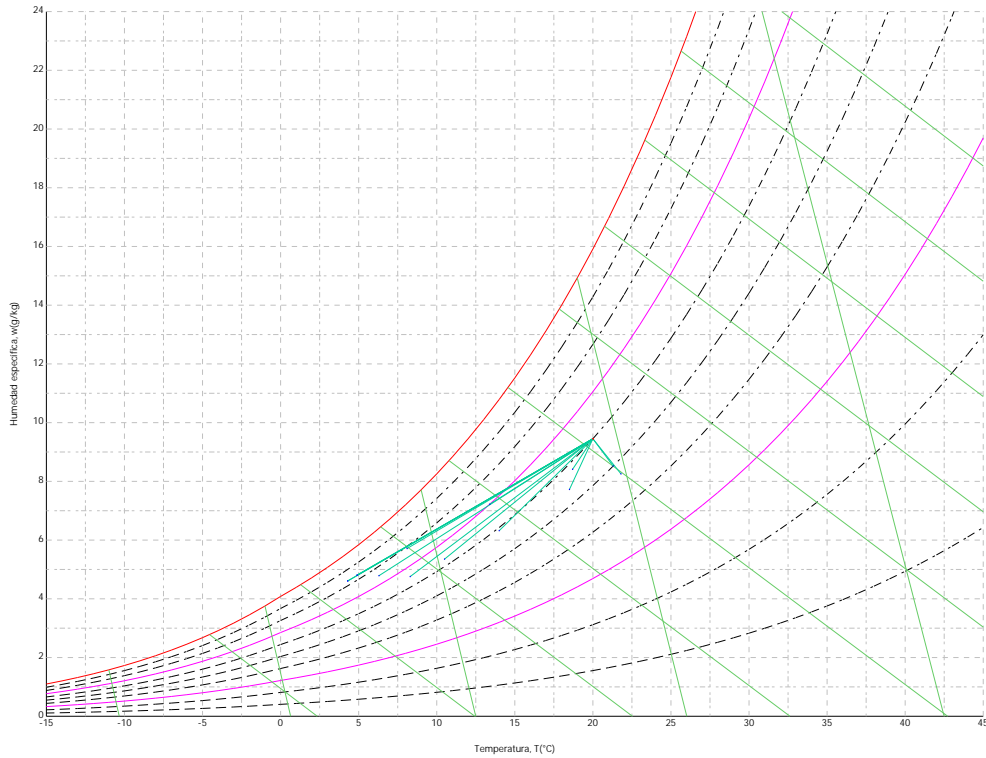
2.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

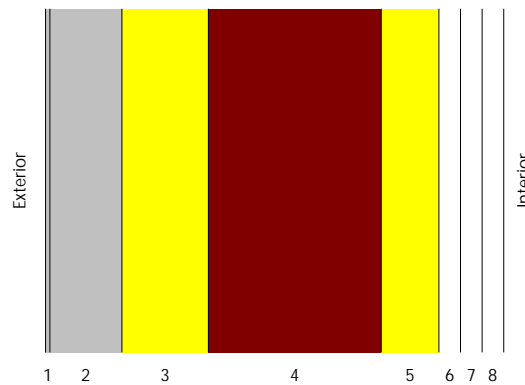
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



2.2.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC OESTE PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

Condensaciones

- e: Espesor, cm.
 l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_{ai}: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	31.8
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.4341
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.49
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.291
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.927

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
 R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
 S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.291 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

2.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e > q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i: Temperatura del aire interior, °C.
 j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.927 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento

Condensaciones

constructivo.

2.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.48	840.890	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.48	840.898	840.898	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.48	840.898	840.898	100.0	203.150	502.842
Interfase 3-4	12.55	1453.552	863.652	59.4	--	--
Interfase 4-5	13.36	1532.350	1318.738	86.1	--	--
Interfase 5-6	18.58	2139.630	1333.908	62.3	--	--
Interfase 6-7	18.86	2176.641	1356.662	62.3	--	--
Interfase 7-8	19.13	2214.211	1379.416	62.3	--	--
Cara interior	19.41	2252.347	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.783	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.790	964.790	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.790	964.790	100.0	142.988	645.830
Interfase 3-4	13.50	1546.612	982.522	63.5	--	--
Interfase 4-5	14.20	1618.994	1337.155	82.6	--	--
Interfase 5-6	18.76	2163.928	1348.976	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.00	2196.513	1366.707	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.24	2229.526	1384.439	62.1	--	--
Cara interior	19.48	2262.973	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

Condensaciones

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.484	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.491	1104.491	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.491	1104.491	100.0	107.744	753.574
Interfase 3-4	14.45	1644.861	1116.560	67.9	--	--
Interfase 4-5	15.05	1709.907	1357.921	79.4	--	--
Interfase 5-6	18.94	2188.466	1365.966	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.543	1378.035	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.35	2244.934	1390.103	61.9	--	--
Cara interior	19.56	2273.644	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.442	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.448	1278.448	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.448	1278.448	100.0	43.336	796.910
Interfase 3-4	15.49	1759.217	1283.464	73.0	--	--
Interfase 4-5	15.98	1815.053	1383.779	76.2	--	--
Interfase 5-6	19.14	2215.738	1387.123	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.31	2238.760	1392.139	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.47	2261.991	1397.155	61.8	--	--
Cara interior	19.64	2285.432	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1604.991	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1604.996	1401.943	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1604.996	1604.996	100.0	-73.530	723.380
Interfase 3-4	17.15	1955.534	1596.773	81.7	--	--
Interfase 4-5	17.46	1994.023	1432.320	71.8	--	--
Interfase 5-6	19.46	2259.740	1426.839	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.56	2274.507	1418.616	62.4	--	--
Interfase 7-8	19.67	2289.359	1410.393	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2304.296	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.908	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.909	2130.909	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.909	2130.909	100.0	-255.255	468.124
Interfase 3-4	19.29	2235.963	2101.366	94.0	--	--
Interfase 4-5	19.37	2246.713	1510.497	67.2	--	--
Interfase 5-6	19.86	2317.435	1490.801	64.3	--	--
Interfase 6-7	19.89	2321.201	1461.258	63.0	--	--
Interfase 7-8	19.92	2324.973	1431.714	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.750	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.030	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2607.028	1402.084	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2607.028	2607.028	100.0	-436.340	31.785
Interfase 3-4	20.85	2463.384	2558.183	103.8	--	--
Interfase 4-5	20.76	2449.408	1581.271	64.6	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.560	1548.707	65.6	--	--
Interfase 6-7	20.13	2355.974	1499.862	63.7	--	--
Interfase 7-8	20.10	2351.396	1451.016	61.7	--	--
Cara interior	20.07	2346.826	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.404	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.402	2529.402	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.402	2529.402	100.0	-31.785	--
Interfase 3-4	20.62	2427.678	2483.704	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.55	2417.705	1569.732	64.9	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.981	1539.266	65.4	--	--
Interfase 6-7	20.09	2350.676	1493.568	63.5	--	--
Interfase 7-8	20.07	2347.376	1447.869	61.7	--	--
Cara interior	20.05	2344.080	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.427	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.428	1402.095	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.428	1402.096	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.38	2249.203	1402.099	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.45	2258.566	1402.160	62.1	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.029	1402.162	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2323.296	1402.165	60.4	--	--
Interfase 7-8	19.93	2326.567	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.842	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.296	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.301	1402.009	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.301	1402.010	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.87	1920.576	1402.016	73.0	--	--
Interfase 4-5	17.21	1962.288	1402.147	71.5	--	--
Interfase 5-6	19.40	2252.143	1402.151	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.52	2268.344	1402.158	61.8	--	--
Interfase 7-8	19.63	2284.647	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2301.052	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.756	852.829	78.3	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.763	1089.763	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.763	1089.763	100.0	109.427	109.427
Interfase 3-4	14.35	1634.795	1102.428	67.4	--	--
Interfase 4-5	14.97	1700.618	1355.732	79.7	--	--
Interfase 5-6	18.93	2186.001	1364.175	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.13	2214.533	1376.840	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.34	2243.389	1389.506	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.575	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.493	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.501	876.501	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.501	876.501	100.0	190.264	299.691
Interfase 3-4	12.84	1480.940	897.812	60.6	--	--
Interfase 4-5	13.61	1557.905	1324.031	85.0	--	--
Interfase 5-6	18.64	2146.894	1338.238	62.3	--	--
Interfase 6-7	18.90	2182.586	1359.549	62.3	--	--
Interfase 7-8	19.16	2218.796	1380.860	62.2	--	--
Cara interior	19.43	2255.530	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Condensaciones

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

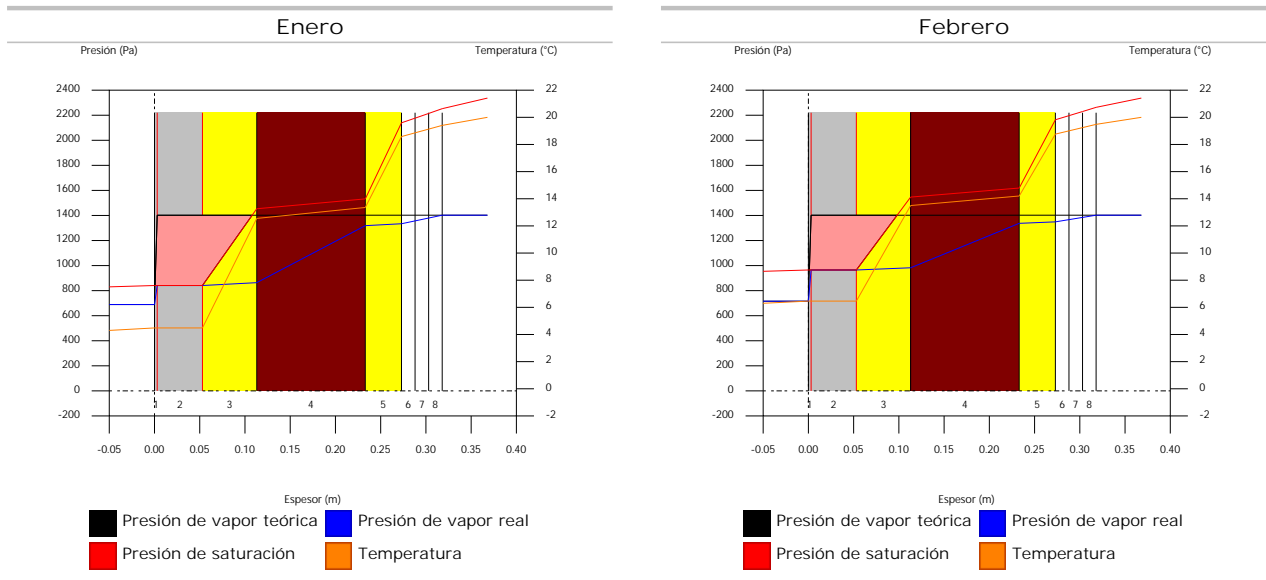
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	203.150	142.988	107.744	43.336	0.036	--	0.215	--	--	--	109.427	190.264
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	73.530	255.292	436.340	32.000	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	502.842	645.830	753.574	796.910	723.416	468.124	32.000	--	--	--	109.427	299.691

donde:

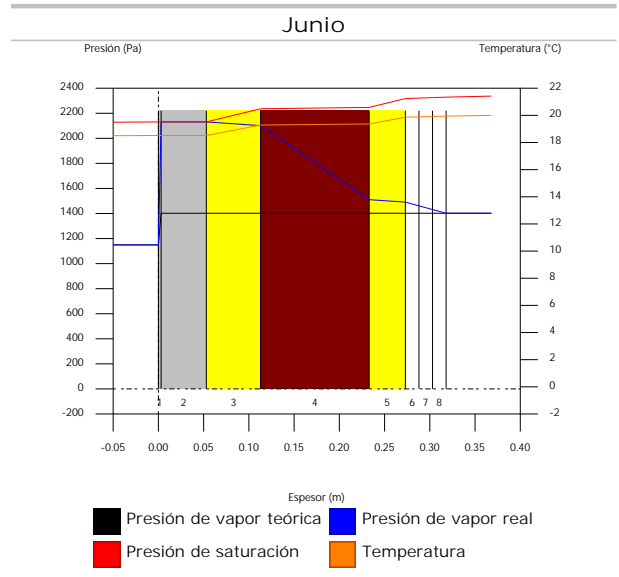
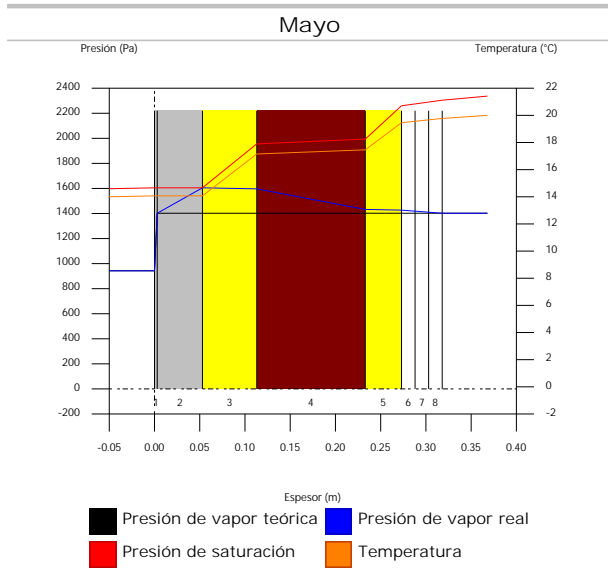
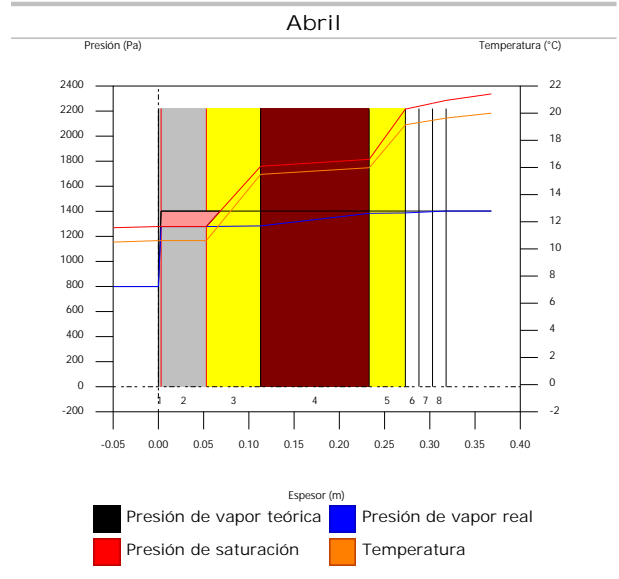
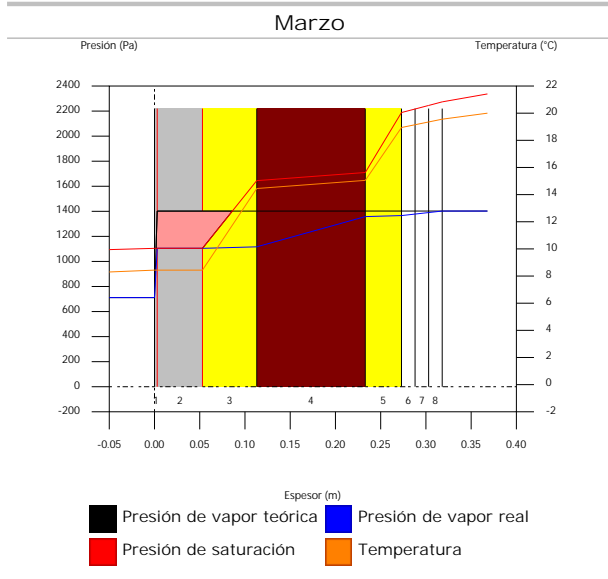
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

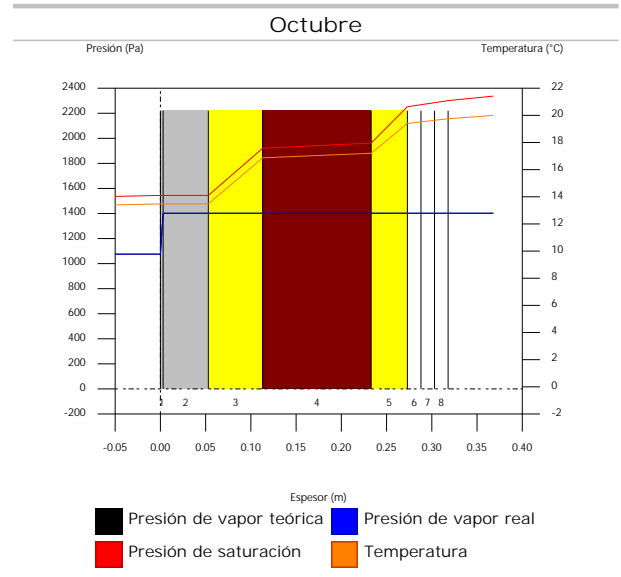
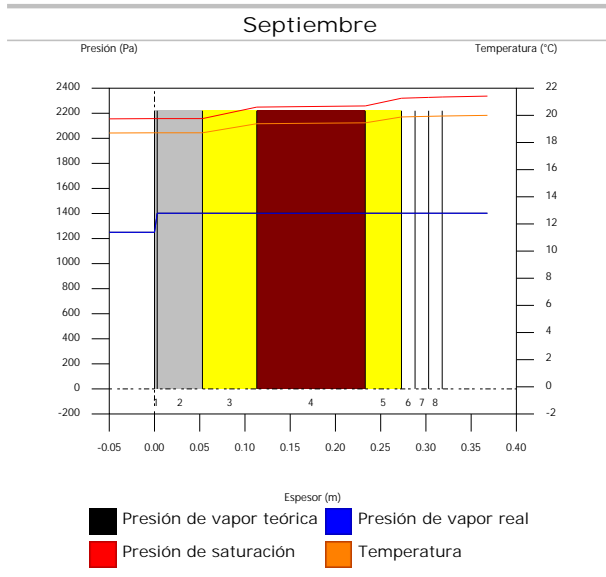
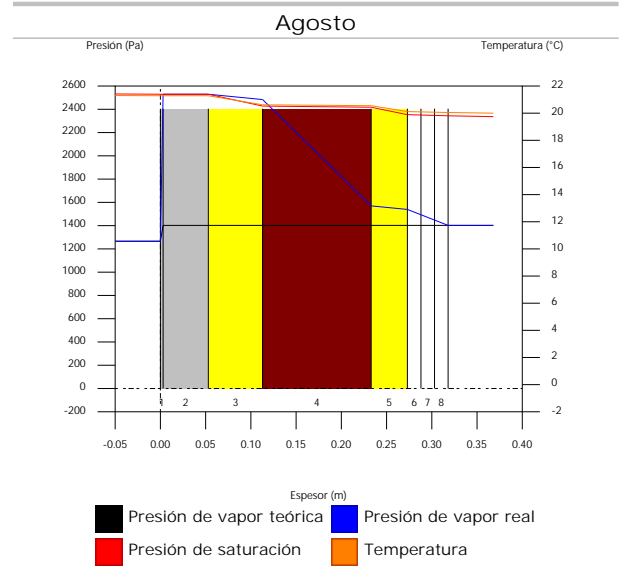
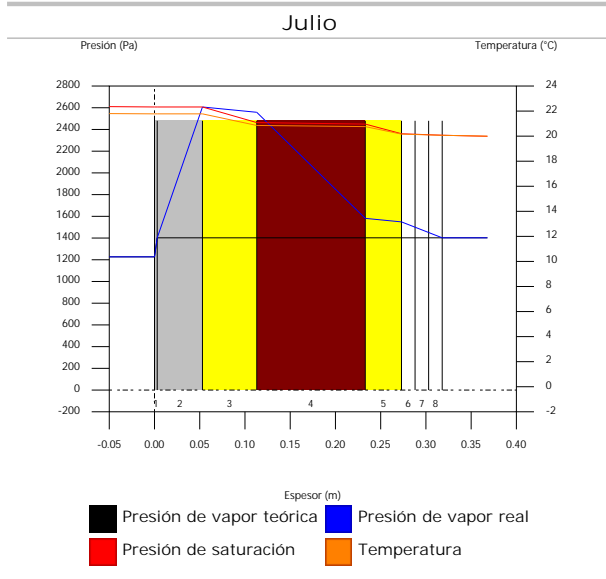
2.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



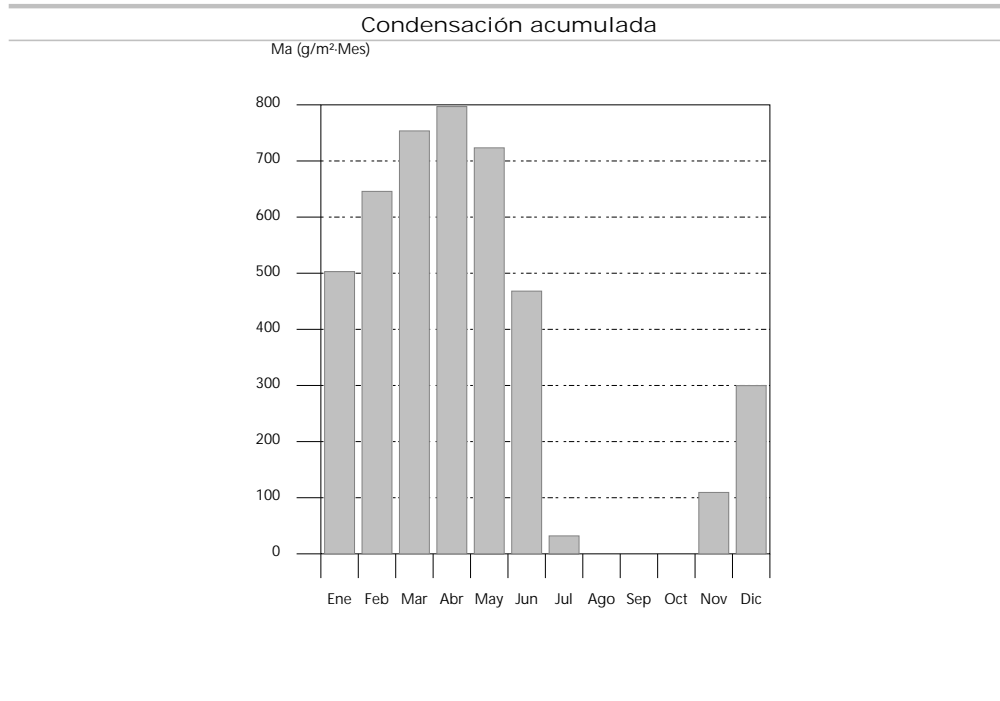
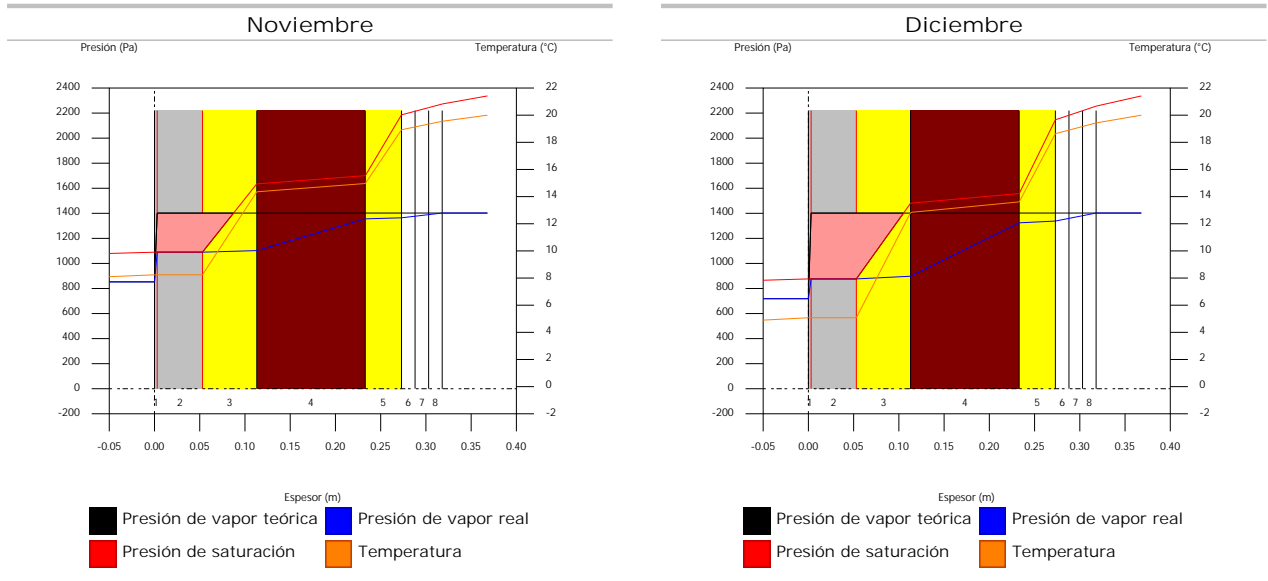
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



2.3. FAC SUR PB

2.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

2.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{R_{si}} = 0.911 \quad f_{R_{si, \min}} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

$f_{R_{si}}$: Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{R_{si, \min}}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si, cr} \leq 0.8$.

Condensaciones

2.3.1.2. Condensación intersticial

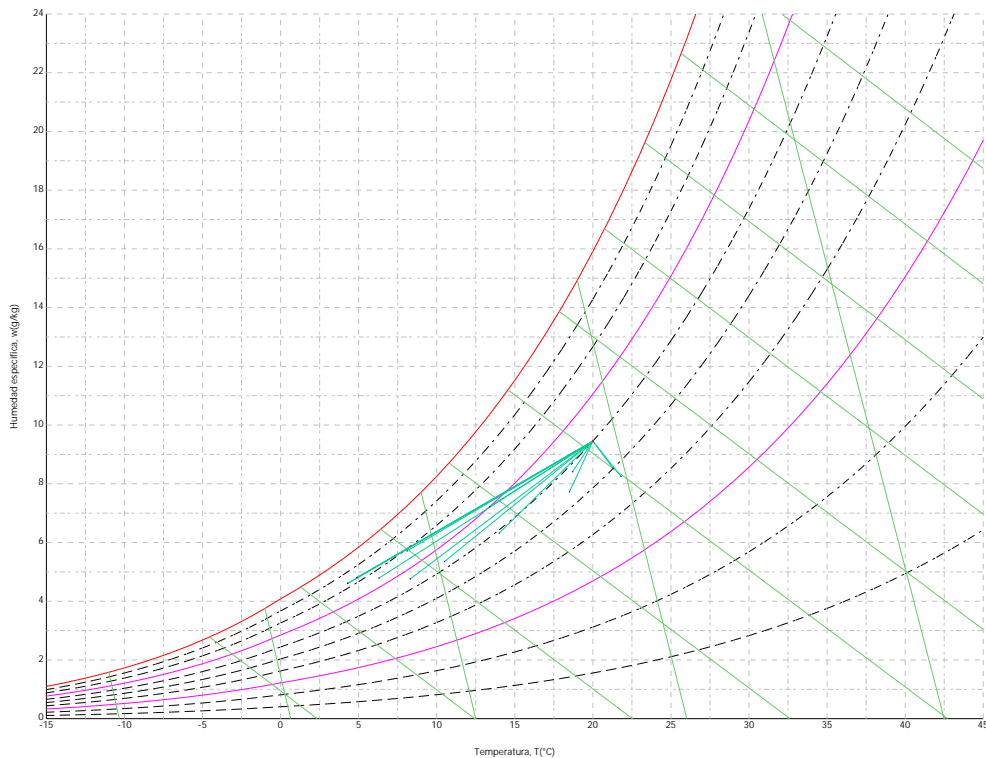
El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

2.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

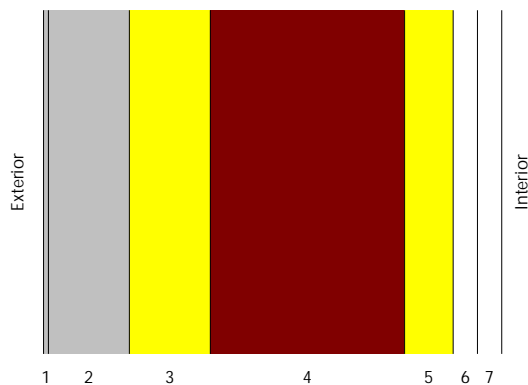
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



2.3.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:

Condensaciones



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC SUR PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m²·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	5.0	0.034	1.47059	20	1
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	28.3
Resistencia térmica total, R _T	m²·K/W	2.7942
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3002.36
Transmitancia térmica, U	W/(m²·K)	0.358
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.911

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.358 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

2.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Condensaciones

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_{s^3}q_i$, donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i : Temperatura del aire interior, °C.
- j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.911 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

2.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC SUR PB	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.52	843.362	689.042	81.7	--	--
Interfase 1-2	4.52	843.371	843.371	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.52	843.371	843.371	100.0	127.378	315.038
Interfase 3-4	12.79	1476.299	1081.158	73.2	--	--
Interfase 4-5	13.78	1574.989	1366.503	86.8	--	--
Interfase 5-6	18.60	2141.317	1373.636	64.1	--	--
Interfase 6-7	18.93	2186.913	1387.903	63.5	--	--
Cara interior	19.27	2233.355	1402.171	62.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q : Temperatura, °C.
- P_{sat} : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n : Presión del vapor de agua, Pa.
- j : Humedad relativa, %.

Condensaciones

g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.

M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC SUR PB	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c ($g/(m^2 \cdot mes)$)	M_a (g/m^2)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.50	967.217	715.662	74.0	--	--
Interfase 1-2	6.50	967.226	967.226	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.50	967.226	967.226	100.0	89.550	404.588
Interfase 3-4	13.71	1567.554	1152.309	73.5	--	--
Interfase 4-5	14.57	1657.979	1374.408	82.9	--	--
Interfase 5-6	18.77	2165.414	1379.961	63.7	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.545	1391.066	63.1	--	--
Cara interior	19.36	2246.325	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat} : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.

M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC SUR PB	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c ($g/(m^2 \cdot mes)$)	M_a (g/m^2)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.47	1106.826	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.47	1106.834	1106.834	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.47	1106.834	1106.834	100.0	67.322	471.910
Interfase 3-4	14.63	1663.721	1232.509	74.1	--	--
Interfase 4-5	15.36	1744.779	1383.319	79.3	--	--
Interfase 5-6	18.95	2189.748	1387.090	63.3	--	--
Interfase 6-7	19.20	2224.316	1394.630	62.7	--	--
Cara interior	19.46	2259.360	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat} : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.

M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Marzo)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.64	1280.603	799.495	62.4	--	--
Interfase 1-2	10.64	1280.611	1280.611	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.64	1280.611	1280.611	100.0	26.816	498.725
Interfase 3-4	15.64	1775.445	1332.339	75.0	--	--
Interfase 4-5	16.24	1844.837	1394.412	75.6	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.791	1395.963	63.0	--	--
Interfase 6-7	19.35	2245.125	1399.067	62.3	--	--
Cara interior	19.56	2273.776	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.09	1606.657	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.09	1606.664	1401.809	87.2	0.037	0.037
Interfase 2-3	14.09	1606.664	1606.664	100.0	-46.732	451.993
Interfase 3-4	17.24	1966.761	1519.645	77.3	--	--
Interfase 4-5	17.62	2014.395	1415.223	70.3	--	--
Interfase 5-6	19.46	2260.416	1412.613	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.582	1407.392	61.8	--	--
Cara interior	19.72	2296.875	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.441	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-0.037	--
Interfase 2-3	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-160.874	291.118
Interfase 3-4	19.31	2239.113	1821.115	81.3	--	--
Interfase 4-5	19.41	2252.347	1448.720	64.3	--	--
Interfase 5-6	19.87	2317.608	1439.410	62.1	--	--
Interfase 6-7	19.90	2322.238	1420.790	61.2	--	--
Cara interior	19.93	2326.875	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.77	2606.266	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.77	2606.264	1402.033	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.77	2606.264	2606.264	100.0	-274.718	16.400
Interfase 3-4	20.83	2459.275	2093.884	85.1	--	--
Interfase 4-5	20.71	2442.133	1479.028	60.6	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.349	1463.656	62.0	--	--
Interfase 6-7	20.12	2354.715	1432.913	60.9	--	--
Cara interior	20.08	2349.093	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2528.867	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-16.400	--
Interfase 3-4	20.60	2424.748	2049.420	84.5	--	--
Interfase 4-5	20.52	2412.509	1474.087	61.1	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.829	1459.704	62.0	--	--
Interfase 6-7	20.09	2349.769	1430.937	60.9	--	--
Cara interior	20.06	2345.715	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.895	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.896	1402.051	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.896	1402.052	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2251.947	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.48	2263.471	1402.163	61.9	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.179	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2324.195	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.94	2328.216	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1546.068	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1546.074	1401.914	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1546.074	1401.915	90.7	--	--
Interfase 3-4	16.97	1932.736	1402.024	72.5	--	--
Interfase 4-5	17.38	1984.394	1402.154	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.41	2252.884	1402.158	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.55	2272.815	1402.164	61.7	--	--
Cara interior	19.69	2292.900	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.27	1092.109	852.829	78.1	--	--
Interfase 1-2	8.27	1092.118	1092.118	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.27	1092.118	1092.118	100.0	68.396	68.396
Interfase 3-4	14.53	1653.876	1224.055	74.0	--	--
Interfase 4-5	15.28	1735.923	1382.380	79.6	--	--
Interfase 5-6	18.94	2187.304	1386.338	63.4	--	--
Interfase 6-7	19.19	2222.432	1394.254	62.7	--	--
Cara interior	19.45	2258.054	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.12	878.959	718.612	81.8	--	--
Interfase 1-2	5.12	878.968	878.968	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.12	878.968	878.968	100.0	119.264	187.660
Interfase 3-4	13.06	1503.173	1101.607	73.3	--	--
Interfase 4-5	14.02	1599.495	1368.775	85.6	--	--
Interfase 5-6	18.65	2148.522	1375.454	64.0	--	--
Interfase 6-7	18.97	2192.488	1388.812	63.3	--	--
Cara interior	19.30	2237.239	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	127.378	89.550	67.322	26.816	0.037	--	0.215	--	--	--	68.396	119.264
g _{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	46.732	160.911	274.718	16.615	--	--	--	--
M _a (g/m ²)	315.038	404.588	471.910	498.725	452.029	291.118	16.615	--	--	--	68.396	187.660

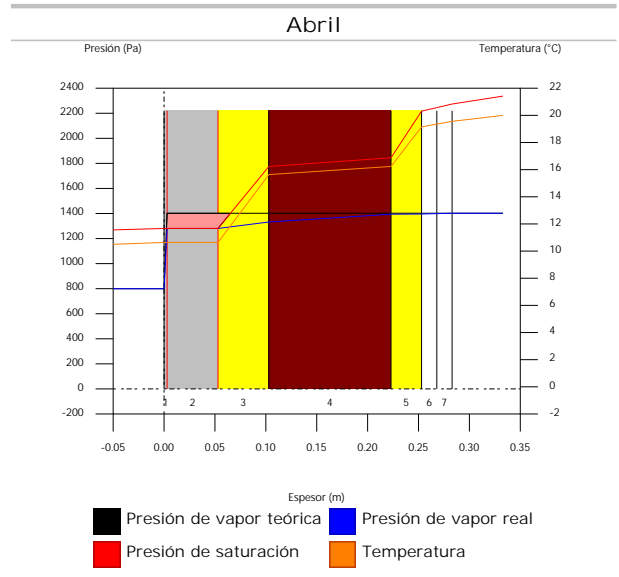
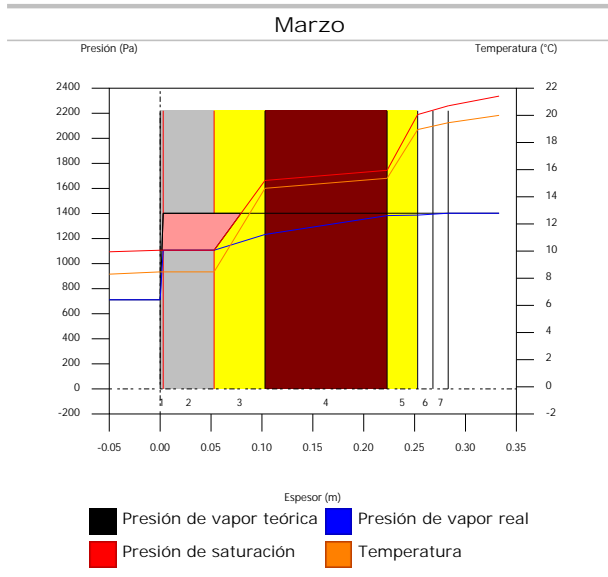
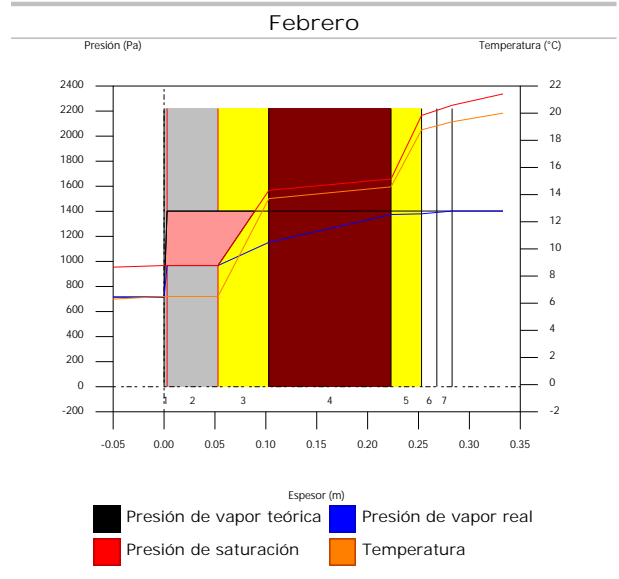
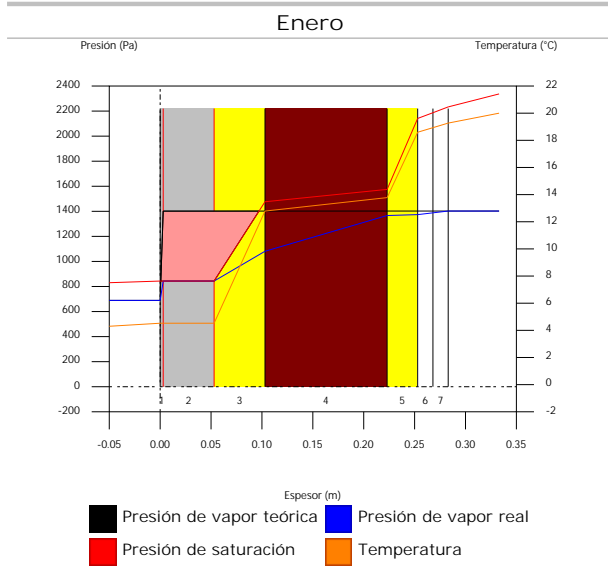
donde:

- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev}: Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

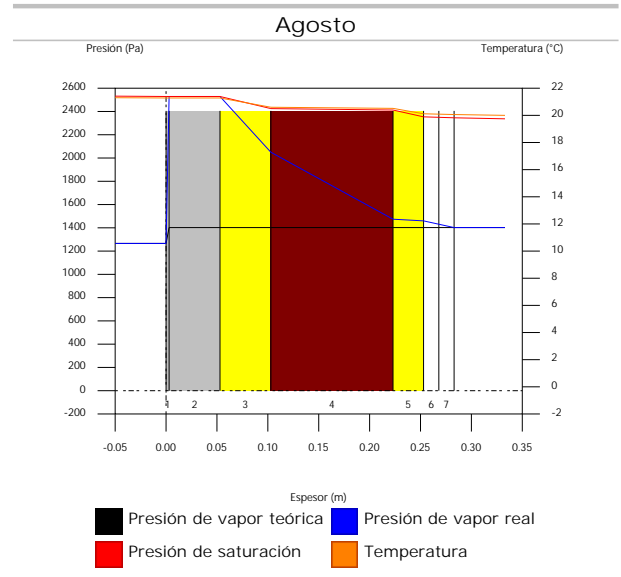
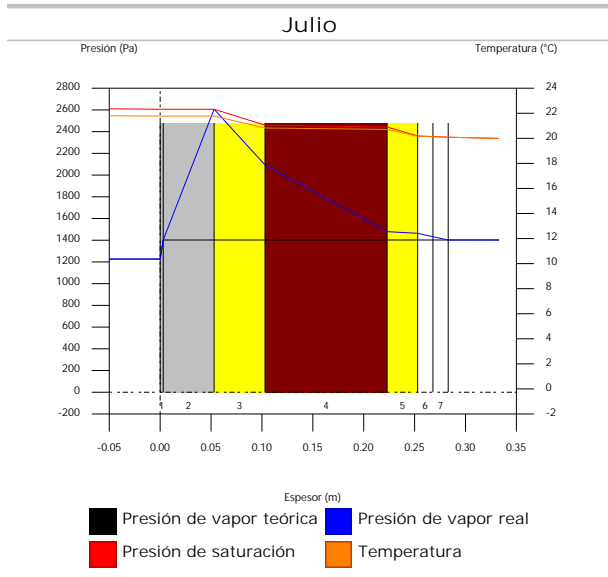
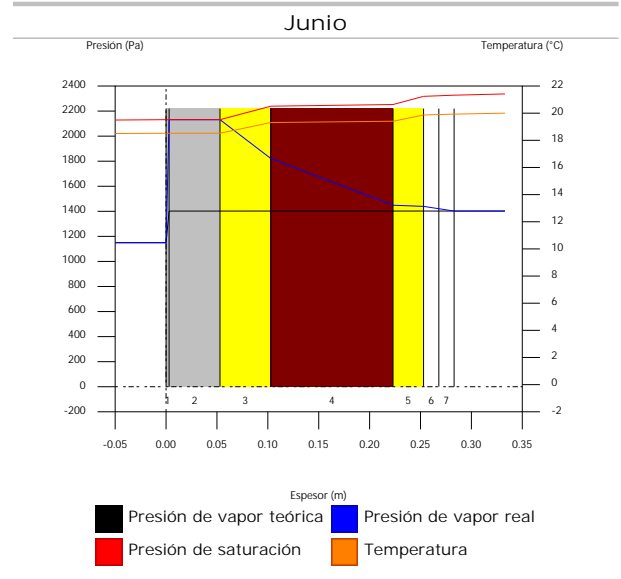
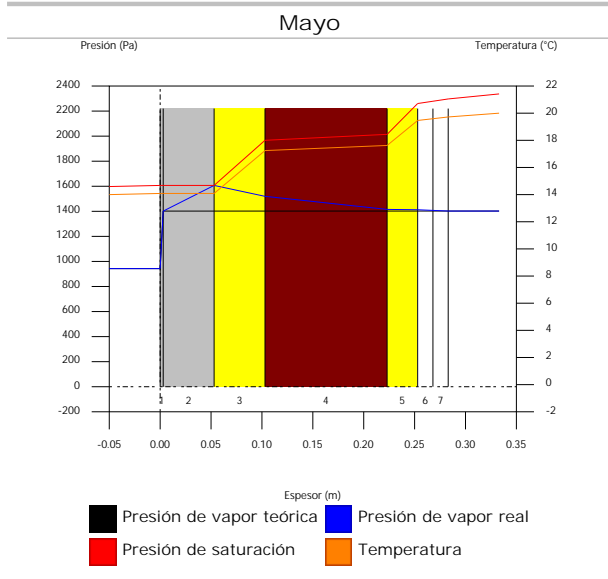
>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

2.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas

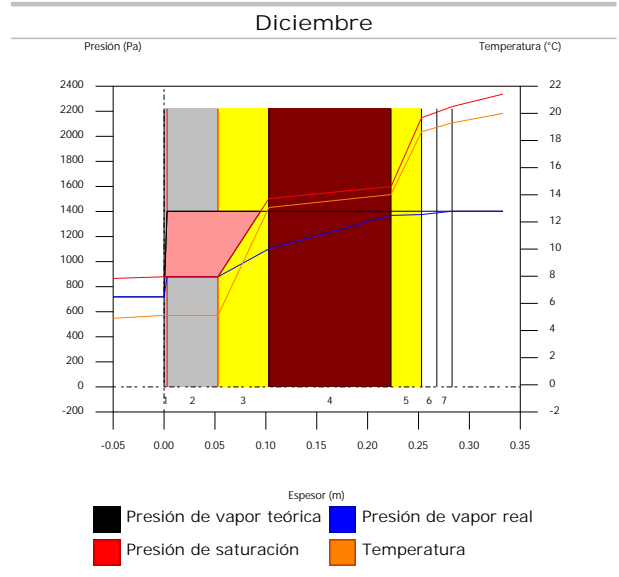
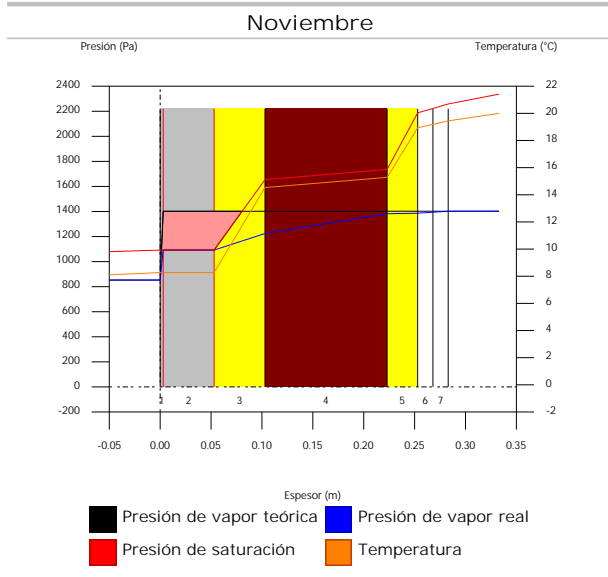
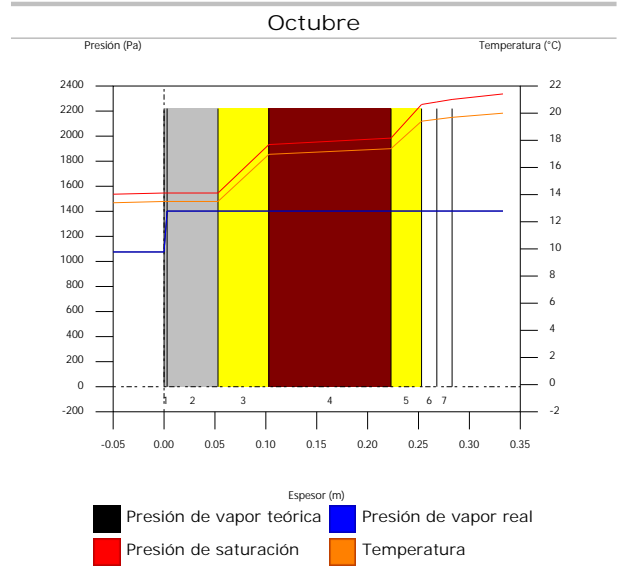
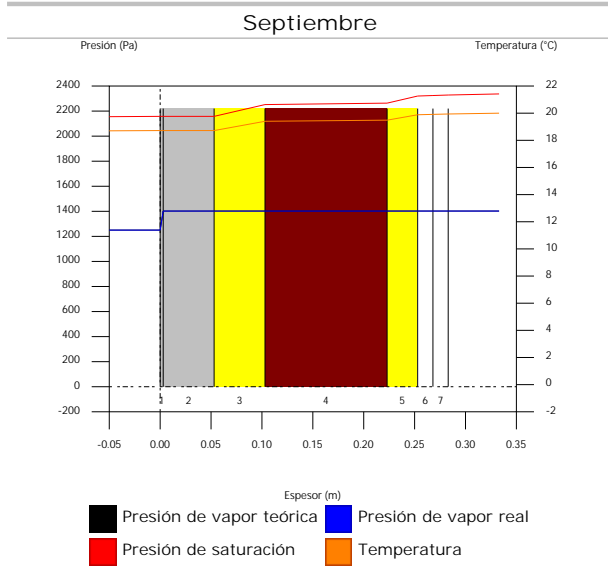
Condensaciones



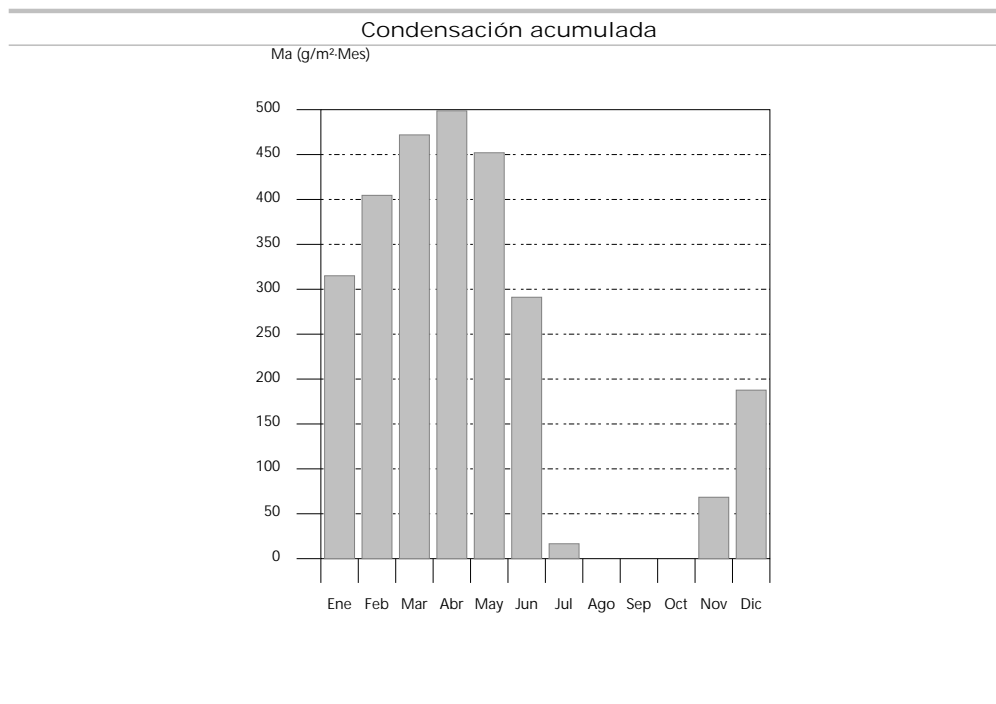
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



3. ZONA 3

3.1. FAC Norte PB

3.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

3.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.929^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.286 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

3.1.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

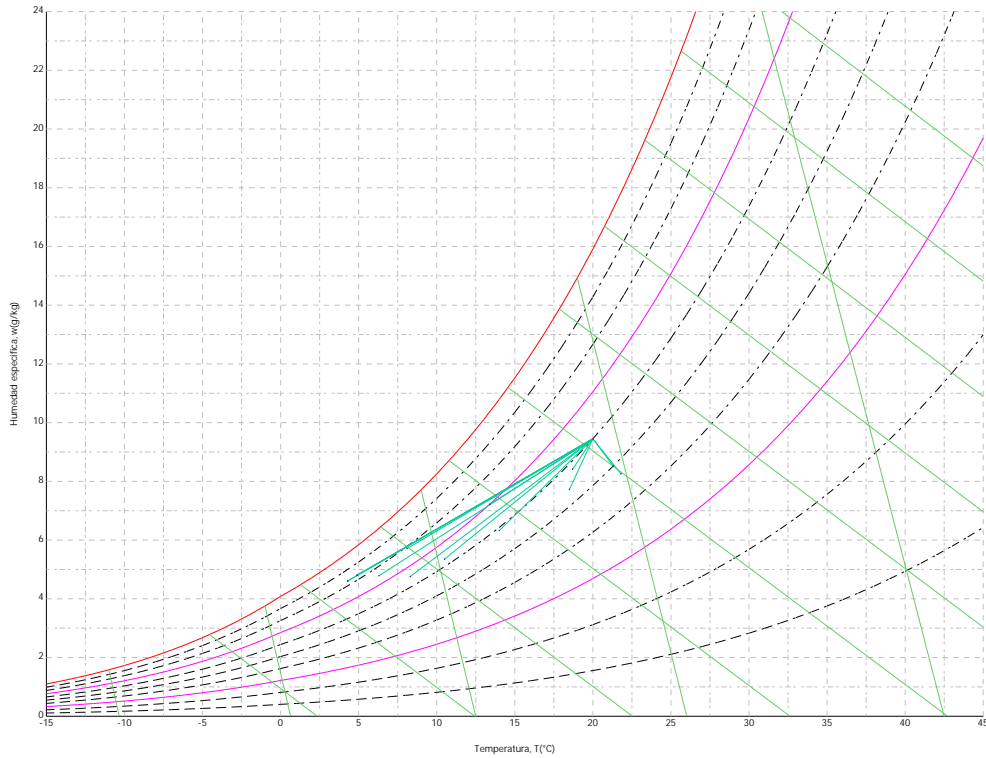
3.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

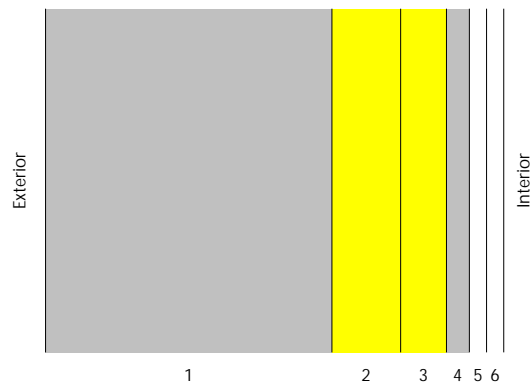
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



3.1.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC Norte PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800	25.0	1.150	0.21739	60	15
2	ultracoustic plus	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
3	ultracoustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
4	Cámara de aire	2.0		0.08750		0.01
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

Condensaciones

- R: Resistencia térmica del material, $m^2 \cdot K/W$.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	40.0
Resistencia térmica total, R_T	$m^2 \cdot K/W$	3.5025
Espesor de aire equivalente total, $S_{a,T}$	m	15.23
Transmitancia térmica, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.286
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.929

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.
 $S_{a,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, $W/(m^2 \cdot K)$.
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.286 W/m^2 \cdot K$ y $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

3.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e ($^{\circ}C$)	j_e (%)	q_i ($^{\circ}C$)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ ($^{\circ}C$)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e \geq q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, $^{\circ}C$.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, $^{\circ}C$.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, $^{\circ}C$.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.929 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

3.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.48	840.680	689.042	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.45	899.868	899.868	100.0	1162.355	2810.531
Interfase 2-3	13.36	1532.993	1030.904	67.2	--	--
Interfase 3-4	18.49	2126.863	1118.261	52.6	--	--
Interfase 4-5	18.88	2179.677	1140.100	52.3	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.553	1271.135	57.3	--	--
Cara interior	19.42	2253.973	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.576	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	7.31	1022.628	1022.628	100.0	788.524	3599.055
Interfase 2-3	14.21	1619.583	1121.639	69.3	--	--
Interfase 3-4	18.68	2152.672	1187.647	55.2	--	--
Interfase 4-5	19.02	2199.183	1204.148	54.8	--	--
Interfase 5-6	19.26	2231.582	1303.160	58.4	--	--
Cara interior	19.49	2264.398	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.43	1104.285	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	9.16	1159.902	1159.902	100.0	548.235	4147.290
Interfase 2-3	15.05	1710.434	1223.102	71.5	--	--
Interfase 3-4	18.87	2178.754	1265.236	58.1	--	--
Interfase 4-5	19.16	2218.841	1275.769	57.5	--	--
Interfase 5-6	19.37	2246.700	1338.970	59.6	--	--
Cara interior	19.57	2274.865	1402.171	61.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.257	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	11.20	1329.391	1329.391	100.0	145.726	4293.016
Interfase 2-3	15.98	1815.504	1348.377	74.3	--	--
Interfase 3-4	19.08	2207.764	1361.034	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.32	2240.642	1364.199	60.9	--	--
Interfase 5-6	19.48	2263.434	1383.185	61.1	--	--
Cara interior	19.65	2286.428	1402.171	61.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1604.849	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.44	1644.023	1644.023	100.0	-588.332	3704.683
Interfase 2-3	17.46	1994.333	1580.931	79.3	--	--
Interfase 3-4	19.42	2254.613	1538.870	68.3	--	--
Interfase 4-5	19.57	2275.713	1528.355	67.2	--	--
Interfase 5-6	19.67	2290.280	1465.263	64.0	--	--
Cara interior	19.78	2304.930	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.862	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.61	2143.317	2143.317	100.0	-1704.827	1999.856
Interfase 2-3	19.37	2246.799	1949.974	86.8	--	--
Interfase 3-4	19.86	2316.124	1821.079	78.6	--	--
Interfase 4-5	19.89	2321.508	1788.856	77.1	--	--
Interfase 5-6	19.92	2325.206	1595.513	68.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.910	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.096	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.67	2589.366	2589.366	100.0	-1999.856	--
Interfase 2-3	20.76	2449.296	2279.663	93.1	--	--
Interfase 3-4	20.17	2362.160	2073.194	87.8	--	--
Interfase 4-5	20.13	2355.601	2021.577	85.8	--	--
Interfase 5-6	20.10	2351.114	1711.874	72.8	--	--
Cara interior	20.07	2346.633	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2529.450	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.20	2516.969	1400.112	55.6	--	--
Interfase 2-3	20.55	2417.626	1400.649	57.9	--	--
Interfase 3-4	20.13	2355.134	1401.007	59.5	--	--
Interfase 4-5	20.09	2350.408	1401.097	59.6	--	--
Interfase 5-6	20.07	2347.172	1401.634	59.7	--	--
Cara interior	20.05	2343.940	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2157.387	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.80	2168.295	1399.875	64.6	--	--
Interfase 2-3	19.45	2258.641	1400.474	62.0	--	--
Interfase 3-4	19.87	2318.892	1400.873	60.4	--	--
Interfase 4-5	19.91	2323.562	1400.973	60.3	--	--
Interfase 5-6	19.93	2326.769	1401.572	60.2	--	--
Cara interior	19.95	2329.980	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.145	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.89	1585.849	1397.239	88.1	--	--
Interfase 2-3	17.21	1962.623	1398.525	71.3	--	--
Interfase 3-4	19.36	2246.521	1399.383	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.53	2269.667	1399.598	61.7	--	--
Interfase 5-6	19.64	2285.659	1400.884	61.3	--	--
Cara interior	19.76	2301.749	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.555	852.829	78.3	--	--
Interfase 1-2	8.97	1145.481	1145.481	100.0	568.442	568.442
Interfase 2-3	14.97	1701.153	1212.443	71.3	--	--
Interfase 3-4	18.85	2176.134	1257.085	57.8	--	--
Interfase 4-5	19.15	2216.868	1268.246	57.2	--	--
Interfase 5-6	19.35	2245.185	1335.208	59.5	--	--
Cara interior	19.56	2273.817	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.07	876.283	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	6.01	935.254	935.254	100.0	1079.733	1648.176
Interfase 2-3	13.62	1558.533	1057.058	67.8	--	--
Interfase 3-4	18.54	2134.577	1138.261	53.3	--	--
Interfase 4-5	18.92	2185.513	1158.562	53.0	--	--
Interfase 5-6	19.18	2221.052	1280.366	57.6	--	--
Cara interior	19.44	2257.096	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	1162.355	788.524	548.235	145.726	--	--	--	--	--	--	568.442	1079.733

Condensaciones

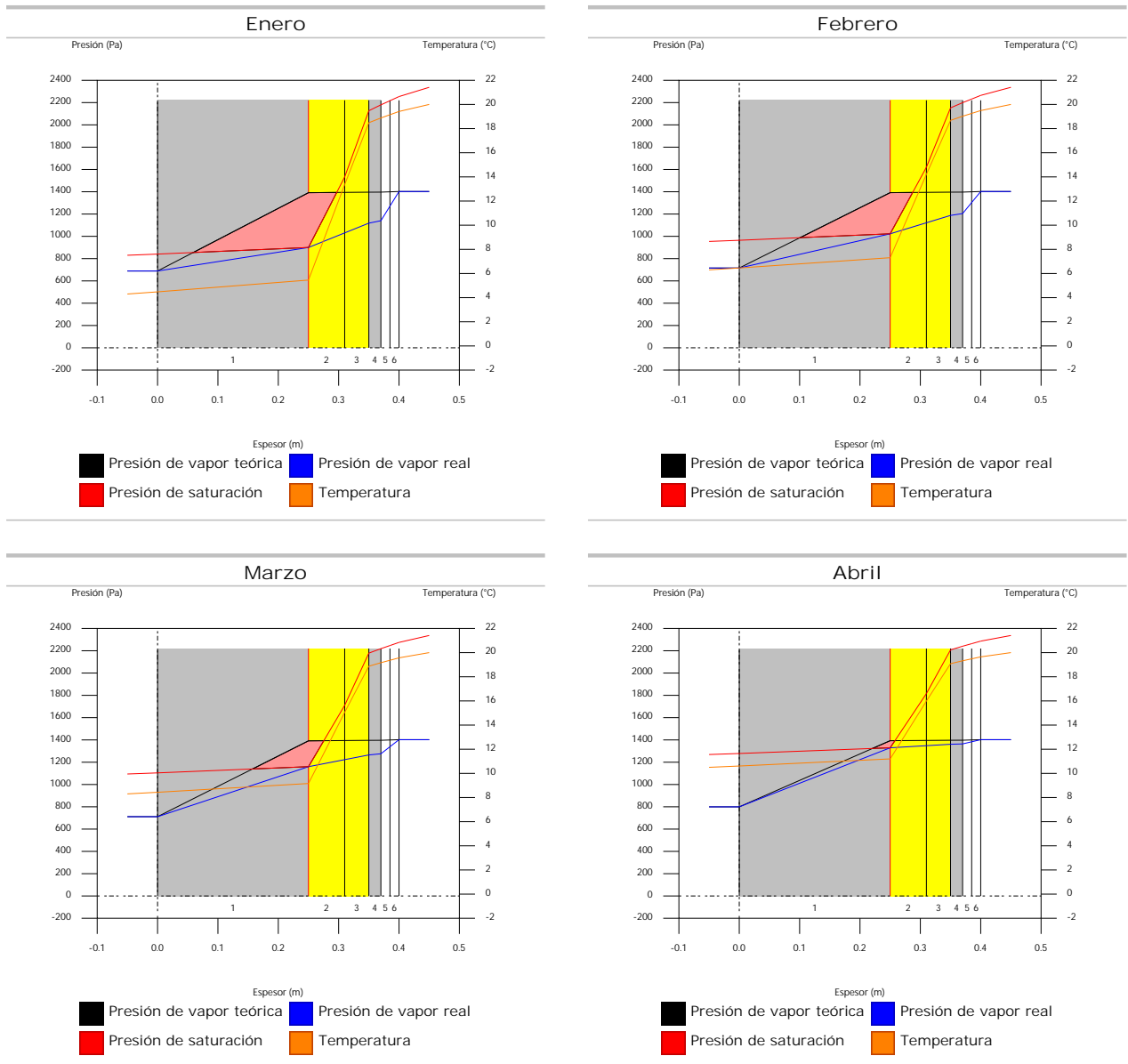
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
g_{ev} (g/(m ² ·mes))	--	--	--	--	588.332	1704.827	1999.856	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	2810.531	3599.055	4147.290	4293.016	3704.683	1999.856	--	--	--	--	568.442	1648.176

donde:

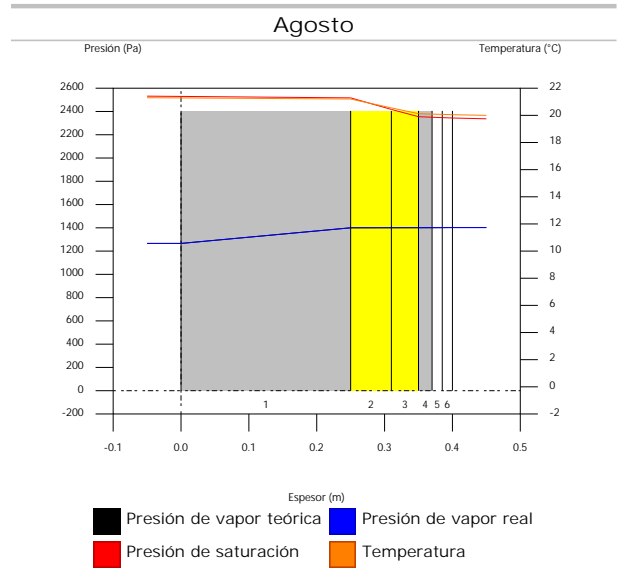
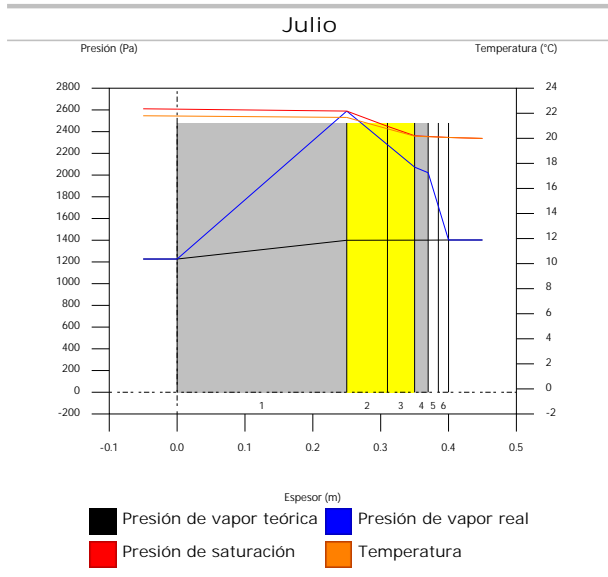
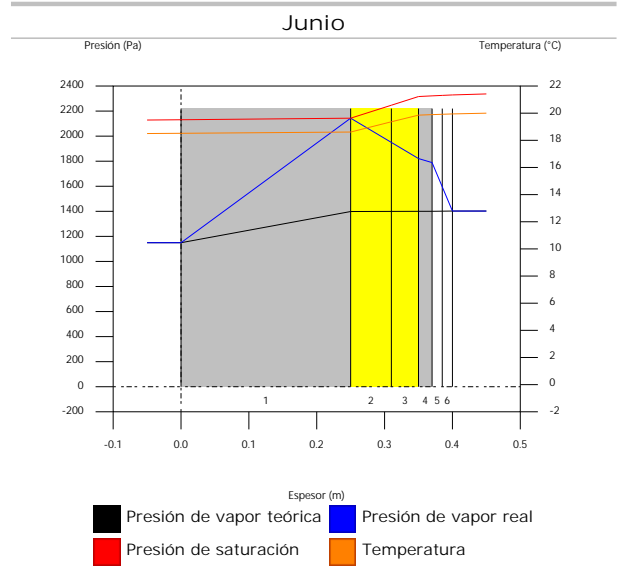
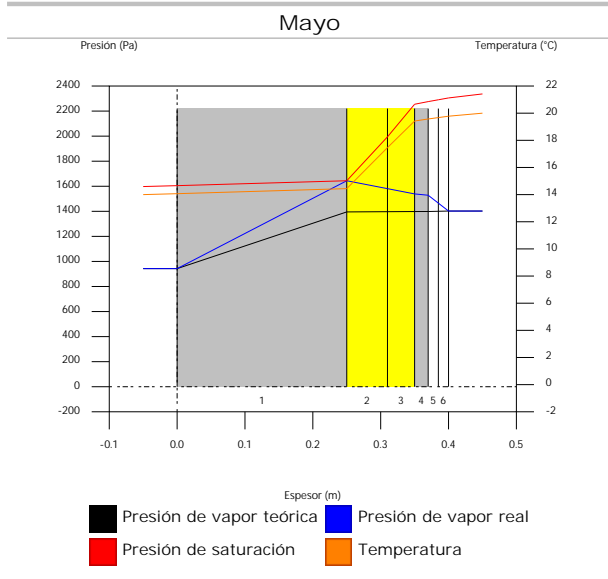
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

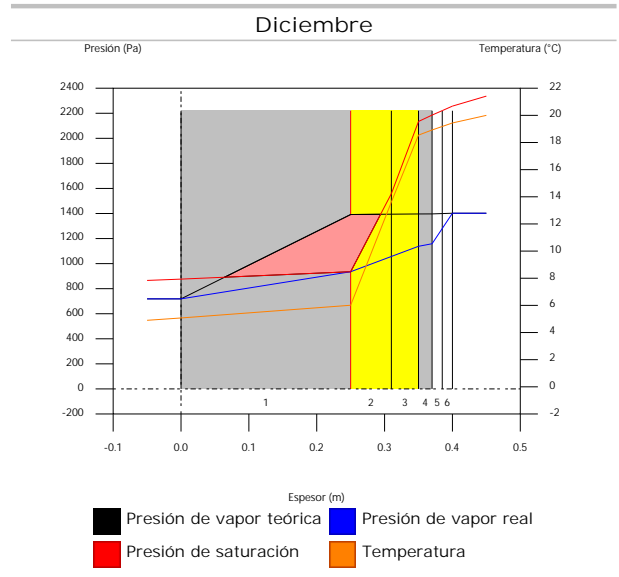
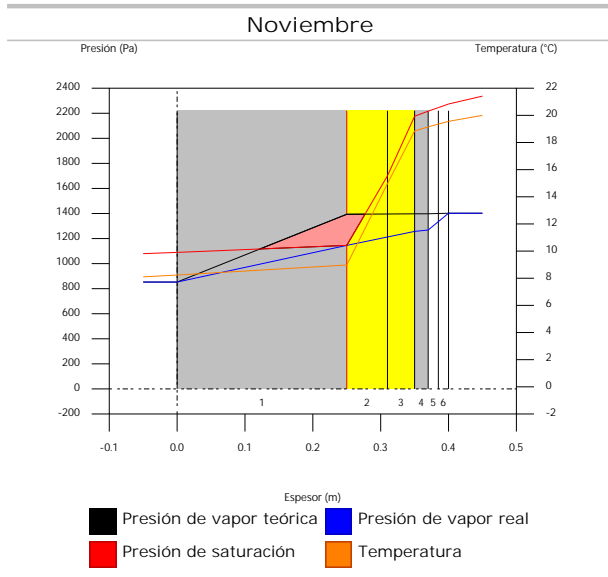
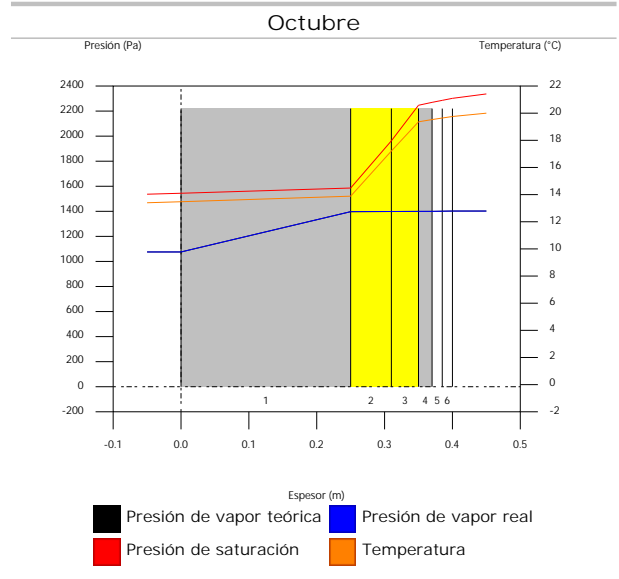
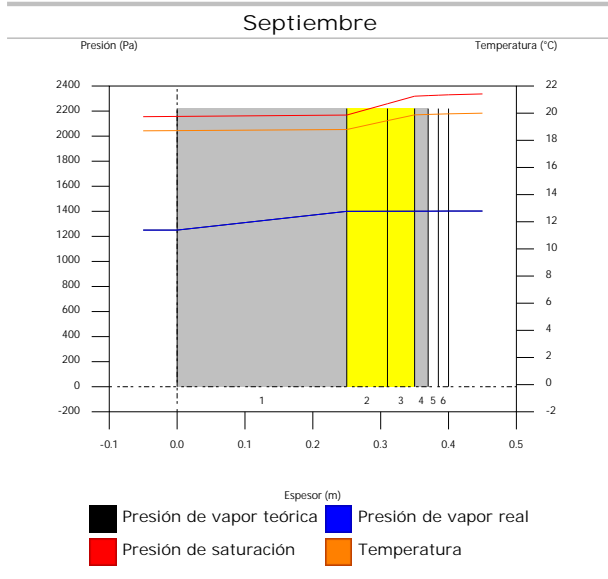
3.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



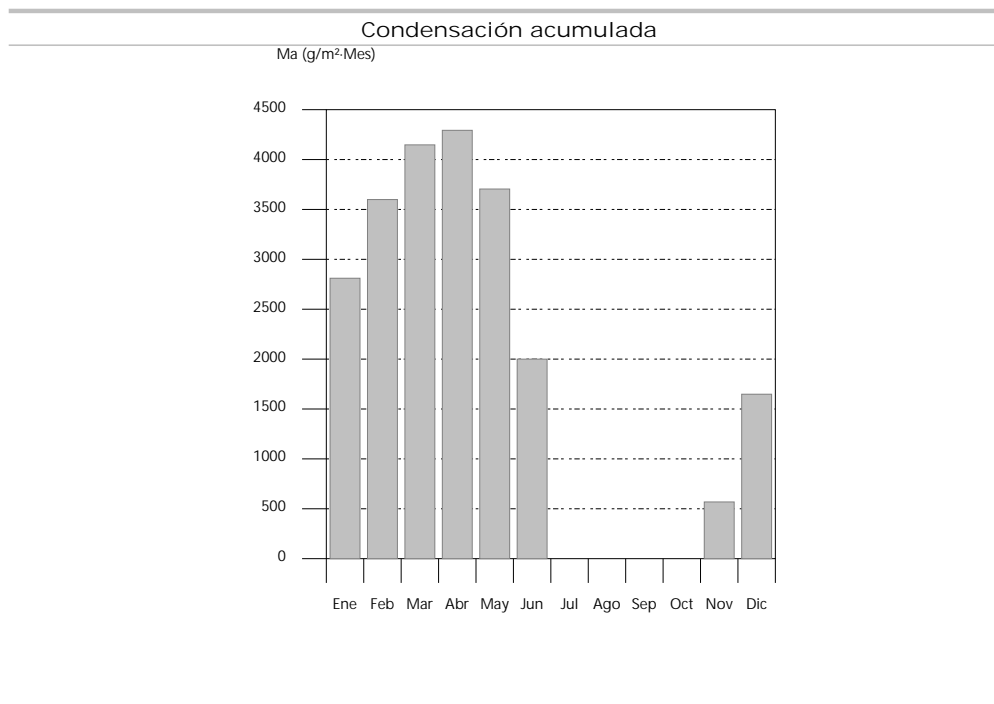
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



3.2. FAC ESTE PB

3.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

3.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.911^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

3.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

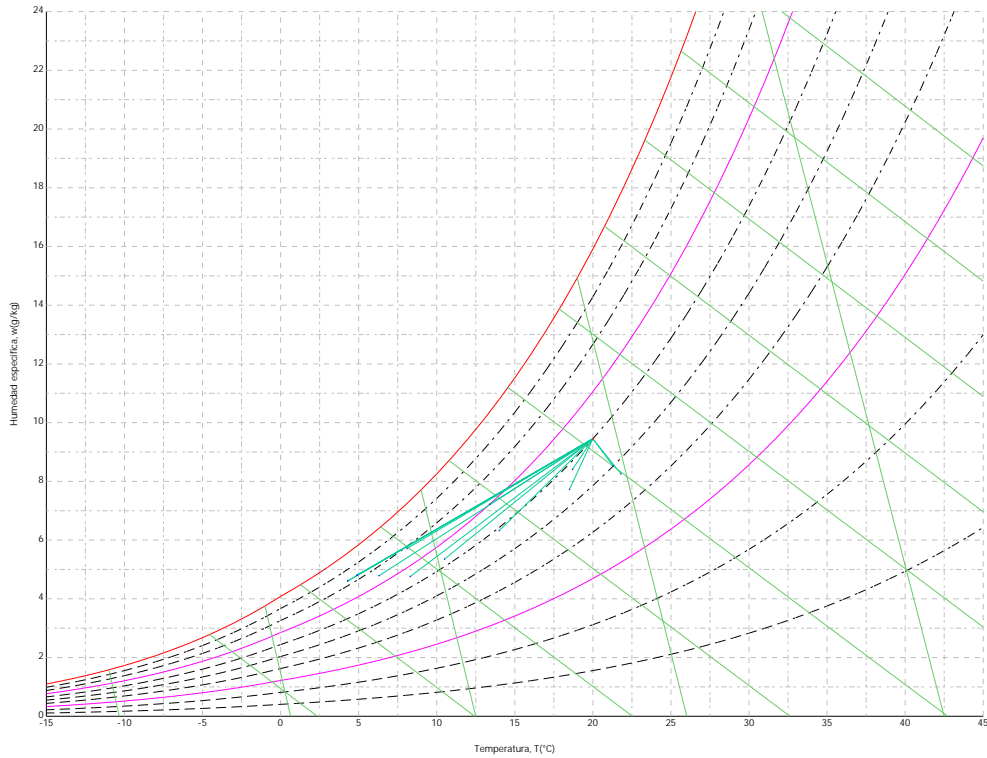
3.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

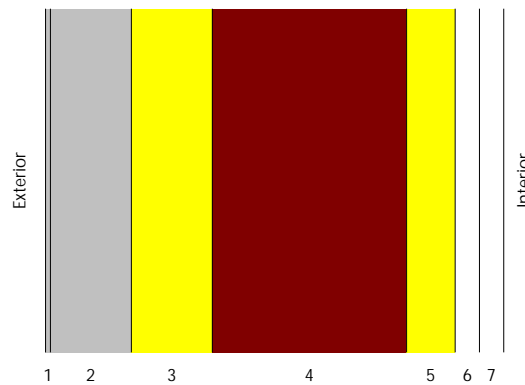
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



3.2.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC ESTE PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	5.0	0.034	1.47059	1	0.05
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	28.3
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	2.7942
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	3001.41
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.358
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.911

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

3.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.911 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

3.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.52	843.362	689.042	81.7	--	--
Interfase 1-2	4.52	843.371	843.371	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.52	843.371	843.371	100.0	213.813	528.813
Interfase 3-4	12.79	1476.299	863.328	58.5	--	--
Interfase 4-5	13.78	1574.989	1342.299	85.2	--	--
Interfase 5-6	18.60	2141.317	1354.274	63.2	--	--
Interfase 6-7	18.93	2186.913	1378.222	63.0	--	--
Cara interior	19.27	2233.355	1402.171	62.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.50	967.217	715.662	74.0	--	--
Interfase 1-2	6.50	967.226	967.226	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.50	967.226	967.226	100.0	150.317	679.130
Interfase 3-4	13.71	1567.554	982.760	62.7	--	--
Interfase 4-5	14.57	1657.979	1355.569	81.8	--	--
Interfase 5-6	18.77	2165.414	1364.890	63.0	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.545	1383.530	62.7	--	--
Cara interior	19.36	2246.325	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.47	1106.826	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.47	1106.834	1106.834	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.47	1106.834	1106.834	100.0	113.004	792.134
Interfase 3-4	14.63	1663.721	1117.382	67.2	--	--
Interfase 4-5	15.36	1744.779	1370.527	78.6	--	--
Interfase 5-6	18.95	2189.748	1376.856	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.20	2224.316	1389.513	62.5	--	--
Cara interior	19.46	2259.360	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.64	1280.603	799.495	62.4	--	--
Interfase 1-2	10.64	1280.611	1280.611	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.64	1280.611	1280.611	100.0	45.012	837.146
Interfase 3-4	15.64	1775.445	1284.952	72.4	--	--
Interfase 4-5	16.24	1844.837	1389.146	75.3	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.791	1391.751	62.8	--	--
Interfase 6-7	19.35	2245.125	1396.961	62.2	--	--
Cara interior	19.56	2273.776	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.09	1606.657	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.09	1606.664	1401.955	87.3	0.037	0.037
Interfase 2-3	14.09	1606.664	1606.664	100.0	-78.363	758.783
Interfase 3-4	17.24	1966.761	1599.360	81.3	--	--
Interfase 4-5	17.62	2014.395	1424.081	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.46	2260.416	1419.699	62.8	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.582	1410.935	61.9	--	--
Cara interior	19.72	2296.875	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.441	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-0.037	--
Interfase 2-3	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-270.039	488.744
Interfase 3-4	19.31	2239.113	2105.398	94.0	--	--
Interfase 4-5	19.41	2252.347	1480.307	65.7	--	--
Interfase 5-6	19.87	2317.608	1464.680	63.2	--	--
Interfase 6-7	19.90	2322.238	1433.425	61.7	--	--
Cara interior	19.93	2326.875	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.77	2606.266	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.77	2606.264	1402.088	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.77	2606.264	2606.264	100.0	-460.967	27.777
Interfase 3-4	20.83	2459.275	2563.260	104.2	--	--
Interfase 4-5	20.71	2442.133	1531.181	62.7	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.349	1505.379	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.12	2354.715	1453.775	61.7	--	--
Cara interior	20.08	2349.093	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2528.867	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-27.777	--
Interfase 3-4	20.60	2424.748	2488.625	102.6	--	--
Interfase 4-5	20.52	2412.509	1522.888	63.1	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.829	1498.744	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.09	2349.769	1450.458	61.7	--	--
Cara interior	20.06	2345.715	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.895	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.896	1402.099	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.896	1402.100	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2251.947	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.48	2263.471	1402.163	61.9	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.179	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2324.195	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.94	2328.216	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1546.068	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1546.074	1402.017	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1546.074	1402.018	90.7	--	--
Interfase 3-4	16.97	1932.736	1402.024	72.5	--	--
Interfase 4-5	17.38	1984.394	1402.154	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.41	2252.884	1402.158	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.55	2272.815	1402.164	61.7	--	--
Cara interior	19.69	2292.900	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.27	1092.109	852.829	78.1	--	--
Interfase 1-2	8.27	1092.118	1092.118	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.27	1092.118	1092.118	100.0	114.808	114.808
Interfase 3-4	14.53	1653.876	1103.191	66.7	--	--
Interfase 4-5	15.28	1735.923	1368.951	78.9	--	--
Interfase 5-6	18.94	2187.304	1375.595	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.19	2222.432	1388.883	62.5	--	--
Cara interior	19.45	2258.054	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.12	878.959	718.612	81.8	--	--
Interfase 1-2	5.12	878.968	878.968	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.12	878.968	878.968	100.0	200.192	315.001
Interfase 3-4	13.06	1503.173	897.654	59.7	--	--
Interfase 4-5	14.02	1599.495	1346.113	84.2	--	--
Interfase 5-6	18.65	2148.522	1357.325	63.2	--	--
Interfase 6-7	18.97	2192.488	1379.748	62.9	--	--
Cara interior	19.30	2237.239	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

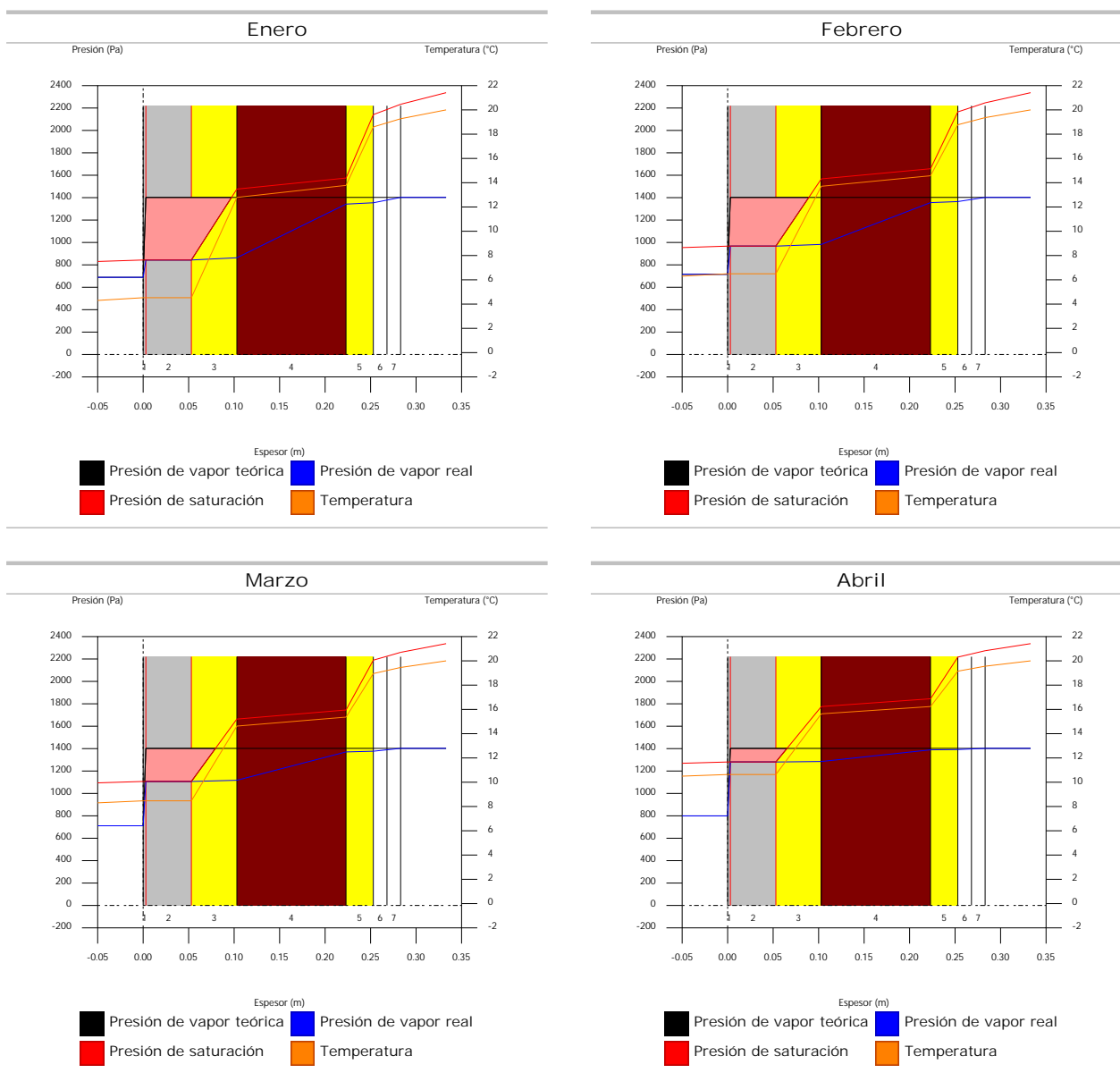
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	213.813	150.317	113.004	45.012	0.037	--	0.215	--	--	--	114.808	200.192
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	78.363	270.076	460.967	27.992	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	528.813	679.130	792.134	837.146	758.819	488.744	27.992	--	--	--	114.808	315.001

donde:

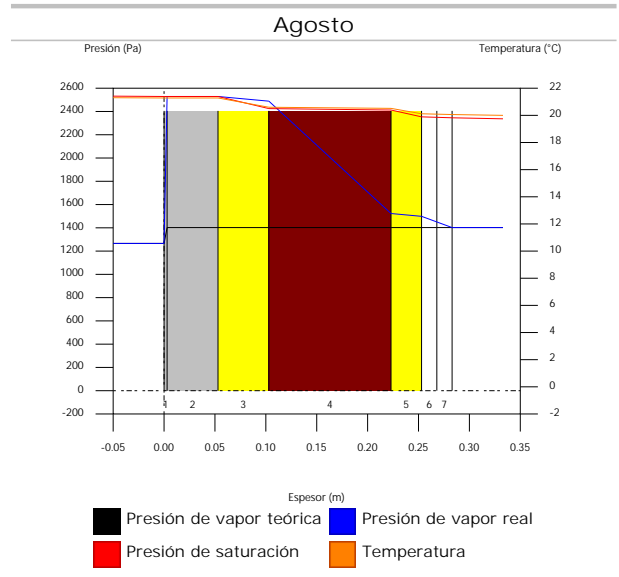
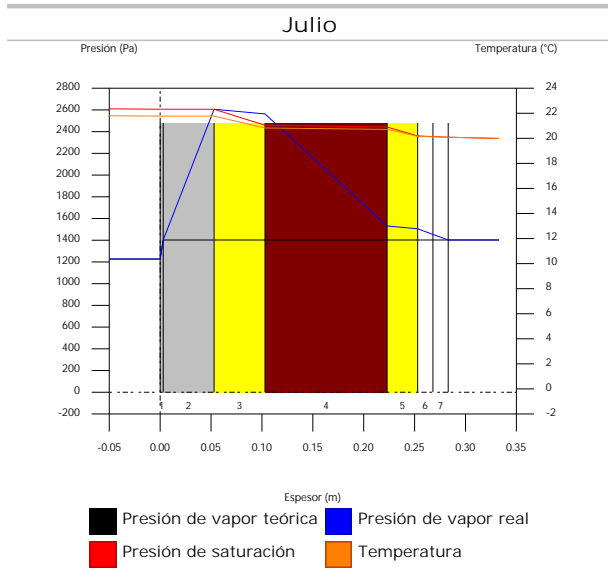
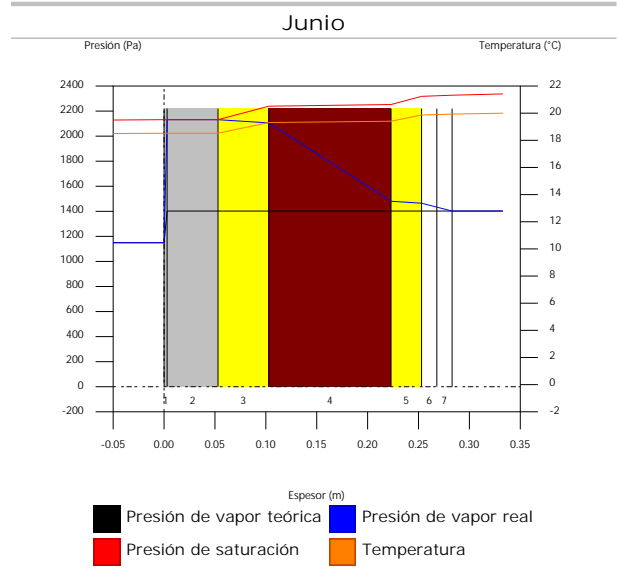
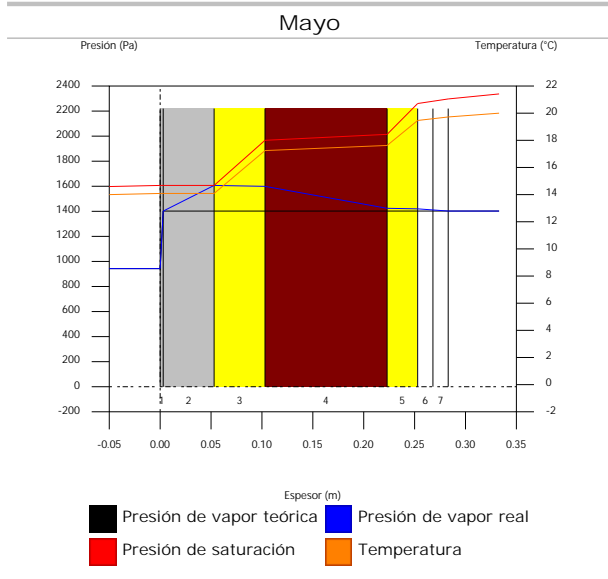
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

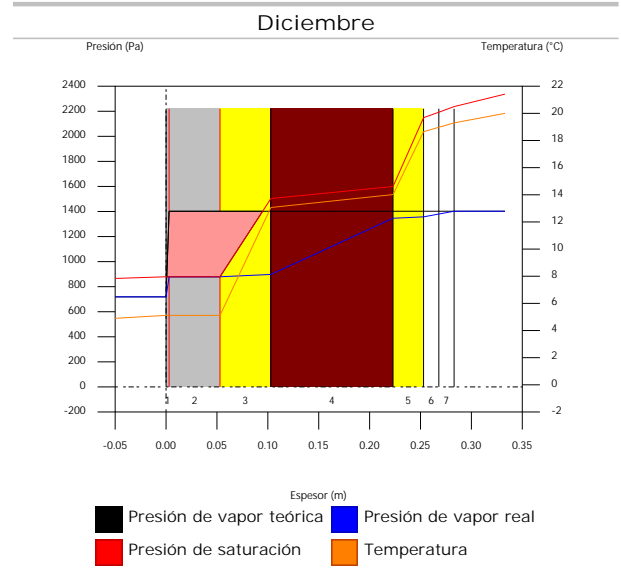
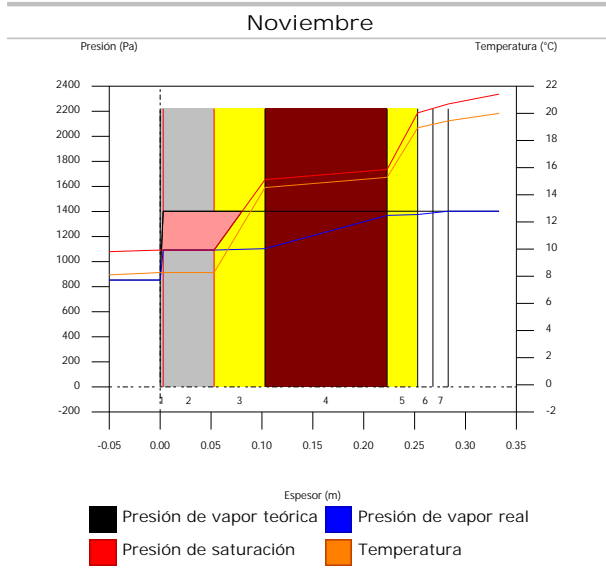
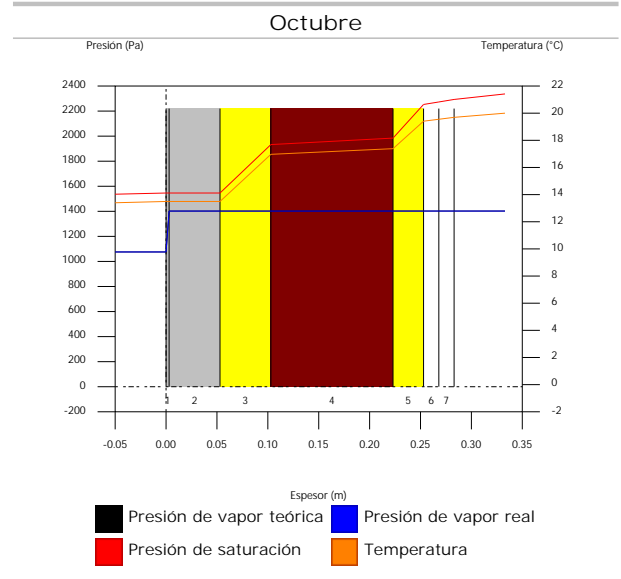
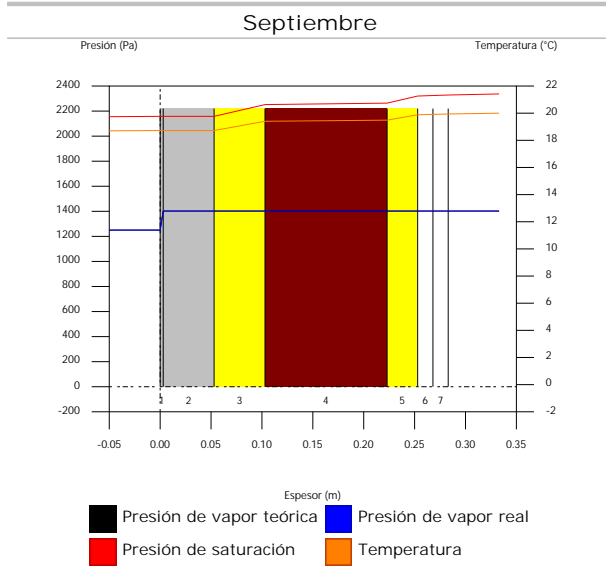
3.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



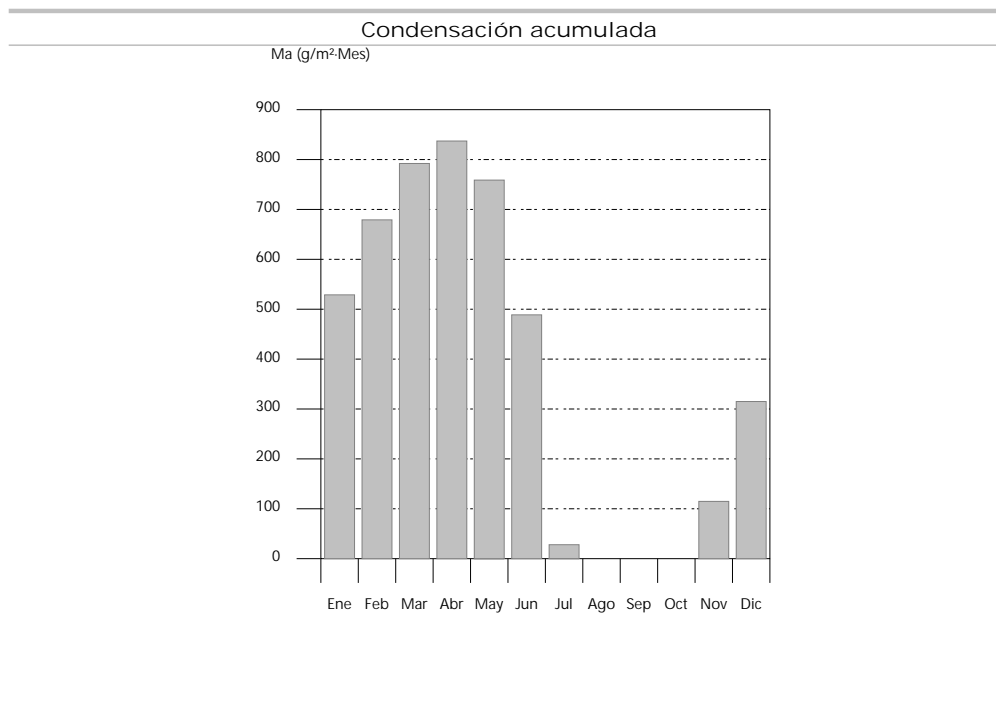
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



3.3. FAC OESTE PB

3.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

3.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.927 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.291 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

3.3.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

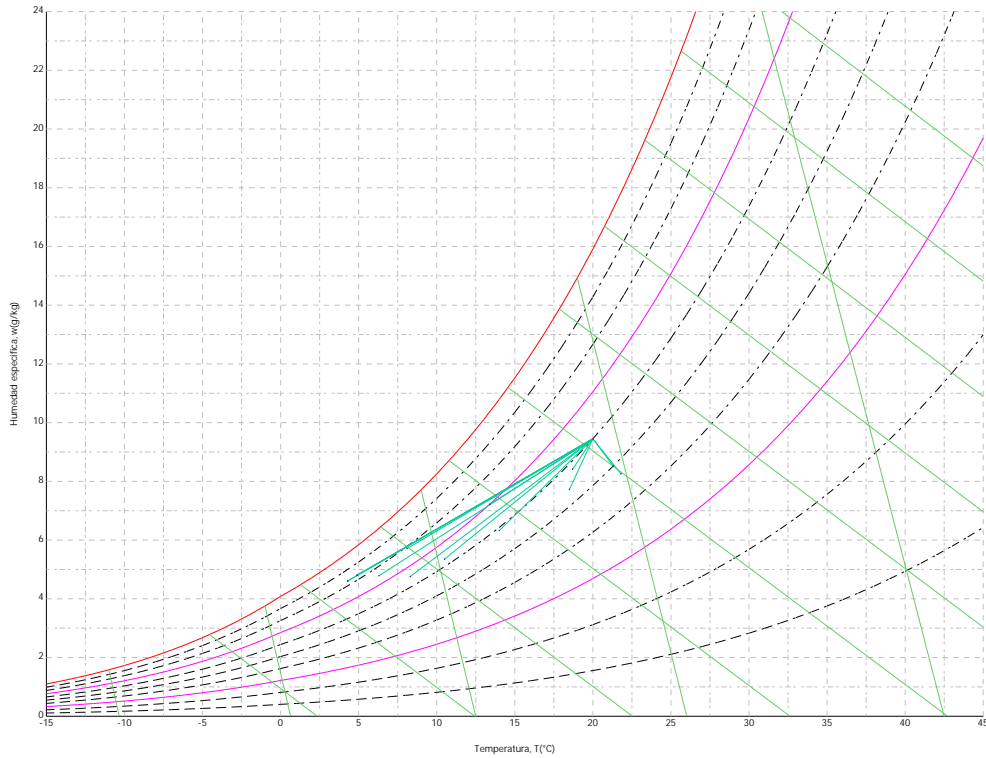
3.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

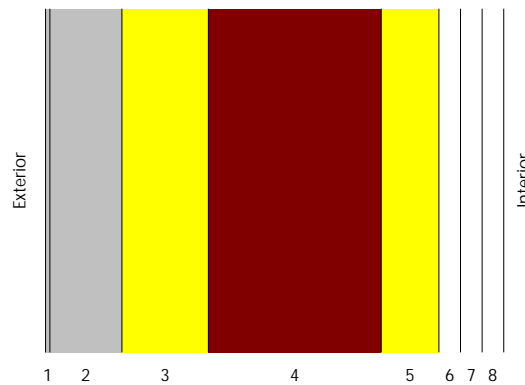
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



3.3.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC OESTE PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

Condensaciones

- e: Espesor, cm.
 l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_{ai}: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	31.8
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.4341
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.49
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.291
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.927

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
 R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
 S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.291 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

3.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e > q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i: Temperatura del aire interior, °C.
 j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.927 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento

Condensaciones

constructivo.

3.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.48	840.890	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.48	840.898	840.898	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.48	840.898	840.898	100.0	203.150	502.842
Interfase 3-4	12.55	1453.552	863.652	59.4	--	--
Interfase 4-5	13.36	1532.350	1318.738	86.1	--	--
Interfase 5-6	18.58	2139.630	1333.908	62.3	--	--
Interfase 6-7	18.86	2176.641	1356.662	62.3	--	--
Interfase 7-8	19.13	2214.211	1379.416	62.3	--	--
Cara interior	19.41	2252.347	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.783	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.790	964.790	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.790	964.790	100.0	142.988	645.830
Interfase 3-4	13.50	1546.612	982.522	63.5	--	--
Interfase 4-5	14.20	1618.994	1337.155	82.6	--	--
Interfase 5-6	18.76	2163.928	1348.976	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.00	2196.513	1366.707	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.24	2229.526	1384.439	62.1	--	--
Cara interior	19.48	2262.973	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

Condensaciones

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.484	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.491	1104.491	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.491	1104.491	100.0	107.744	753.574
Interfase 3-4	14.45	1644.861	1116.560	67.9	--	--
Interfase 4-5	15.05	1709.907	1357.921	79.4	--	--
Interfase 5-6	18.94	2188.466	1365.966	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.543	1378.035	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.35	2244.934	1390.103	61.9	--	--
Cara interior	19.56	2273.644	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.442	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.448	1278.448	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.448	1278.448	100.0	43.336	796.910
Interfase 3-4	15.49	1759.217	1283.464	73.0	--	--
Interfase 4-5	15.98	1815.053	1383.779	76.2	--	--
Interfase 5-6	19.14	2215.738	1387.123	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.31	2238.760	1392.139	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.47	2261.991	1397.155	61.8	--	--
Cara interior	19.64	2285.432	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1604.991	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1604.996	1401.943	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1604.996	1604.996	100.0	-73.530	723.380
Interfase 3-4	17.15	1955.534	1596.773	81.7	--	--
Interfase 4-5	17.46	1994.023	1432.320	71.8	--	--
Interfase 5-6	19.46	2259.740	1426.839	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.56	2274.507	1418.616	62.4	--	--
Interfase 7-8	19.67	2289.359	1410.393	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2304.296	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.908	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.909	2130.909	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.909	2130.909	100.0	-255.255	468.124
Interfase 3-4	19.29	2235.963	2101.366	94.0	--	--
Interfase 4-5	19.37	2246.713	1510.497	67.2	--	--
Interfase 5-6	19.86	2317.435	1490.801	64.3	--	--
Interfase 6-7	19.89	2321.201	1461.258	63.0	--	--
Interfase 7-8	19.92	2324.973	1431.714	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.750	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.030	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2607.028	1402.084	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2607.028	2607.028	100.0	-436.340	31.785
Interfase 3-4	20.85	2463.384	2558.183	103.8	--	--
Interfase 4-5	20.76	2449.408	1581.271	64.6	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.560	1548.707	65.6	--	--
Interfase 6-7	20.13	2355.974	1499.862	63.7	--	--
Interfase 7-8	20.10	2351.396	1451.016	61.7	--	--
Cara interior	20.07	2346.826	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.404	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.402	2529.402	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.402	2529.402	100.0	-31.785	--
Interfase 3-4	20.62	2427.678	2483.704	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.55	2417.705	1569.732	64.9	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.981	1539.266	65.4	--	--
Interfase 6-7	20.09	2350.676	1493.568	63.5	--	--
Interfase 7-8	20.07	2347.376	1447.869	61.7	--	--
Cara interior	20.05	2344.080	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.427	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.428	1402.095	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.428	1402.096	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.38	2249.203	1402.099	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.45	2258.566	1402.160	62.1	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.029	1402.162	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2323.296	1402.165	60.4	--	--
Interfase 7-8	19.93	2326.567	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.842	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.296	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.301	1402.009	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.301	1402.010	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.87	1920.576	1402.016	73.0	--	--
Interfase 4-5	17.21	1962.288	1402.147	71.5	--	--
Interfase 5-6	19.40	2252.143	1402.151	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.52	2268.344	1402.158	61.8	--	--
Interfase 7-8	19.63	2284.647	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2301.052	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.756	852.829	78.3	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.763	1089.763	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.763	1089.763	100.0	109.427	109.427
Interfase 3-4	14.35	1634.795	1102.428	67.4	--	--
Interfase 4-5	14.97	1700.618	1355.732	79.7	--	--
Interfase 5-6	18.93	2186.001	1364.175	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.13	2214.533	1376.840	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.34	2243.389	1389.506	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.575	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.493	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.501	876.501	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.501	876.501	100.0	190.264	299.691
Interfase 3-4	12.84	1480.940	897.812	60.6	--	--
Interfase 4-5	13.61	1557.905	1324.031	85.0	--	--
Interfase 5-6	18.64	2146.894	1338.238	62.3	--	--
Interfase 6-7	18.90	2182.586	1359.549	62.3	--	--
Interfase 7-8	19.16	2218.796	1380.860	62.2	--	--
Cara interior	19.43	2255.530	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Condensaciones

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

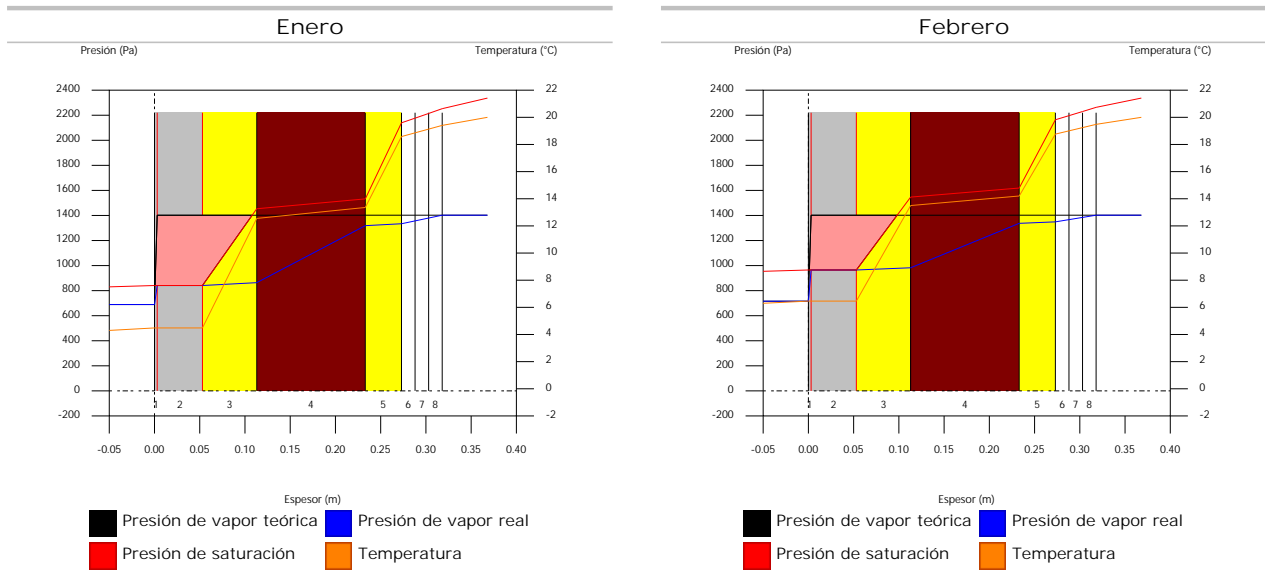
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	203.150	142.988	107.744	43.336	0.036	--	0.215	--	--	--	109.427	190.264
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	73.530	255.292	436.340	32.000	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	502.842	645.830	753.574	796.910	723.416	468.124	32.000	--	--	--	109.427	299.691

donde:

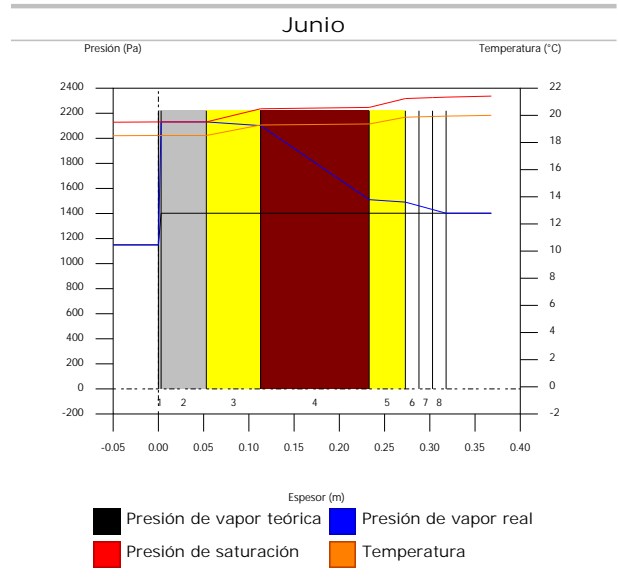
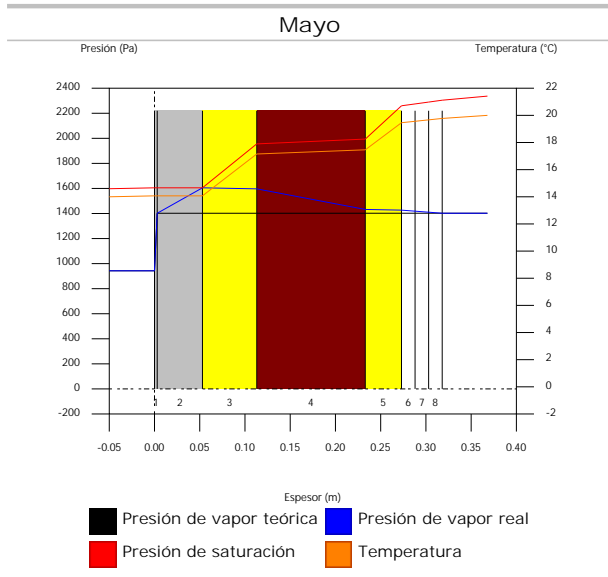
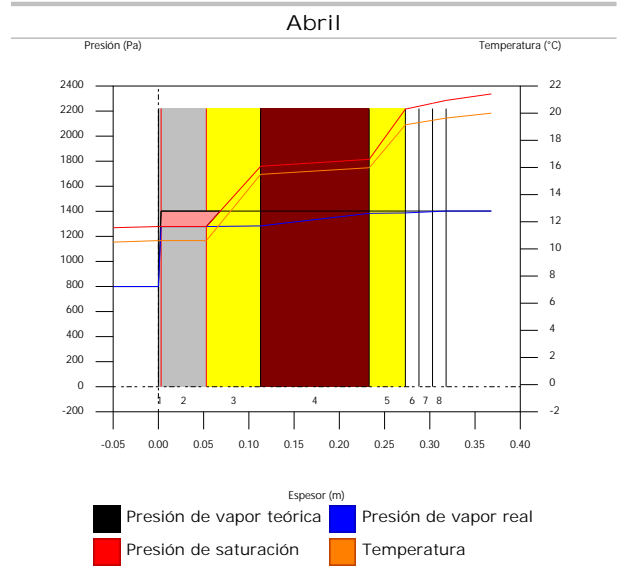
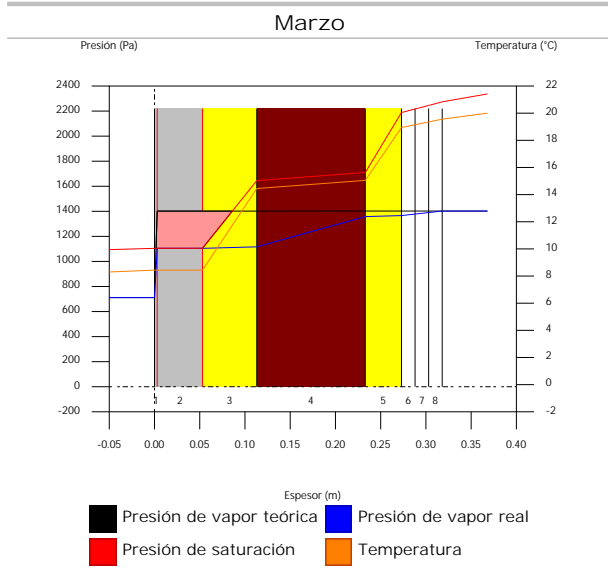
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

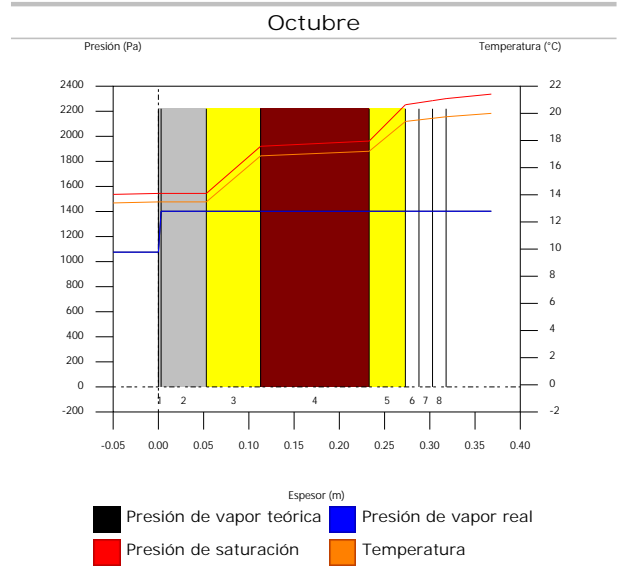
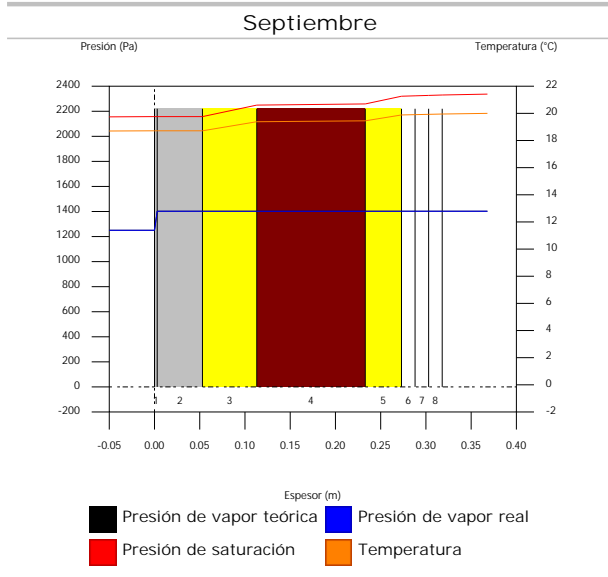
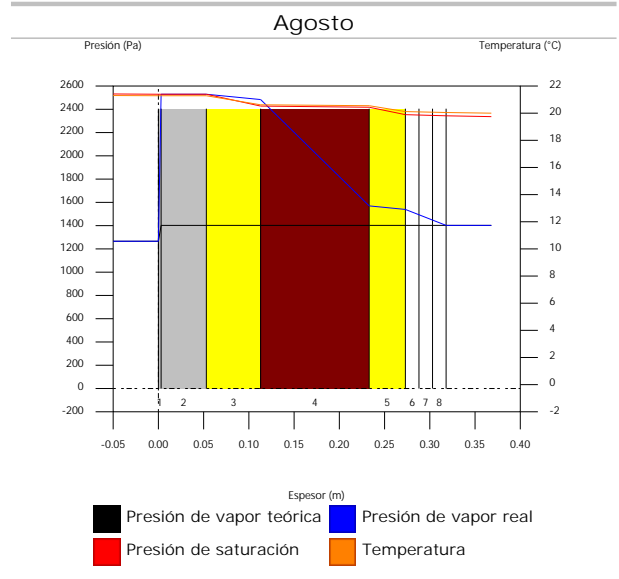
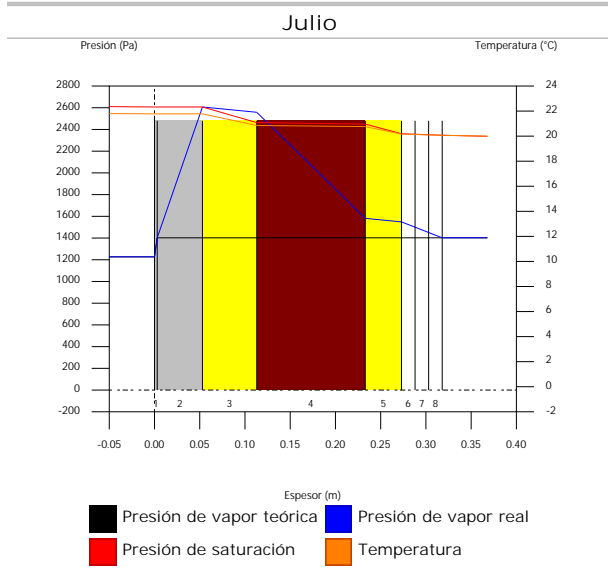
3.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



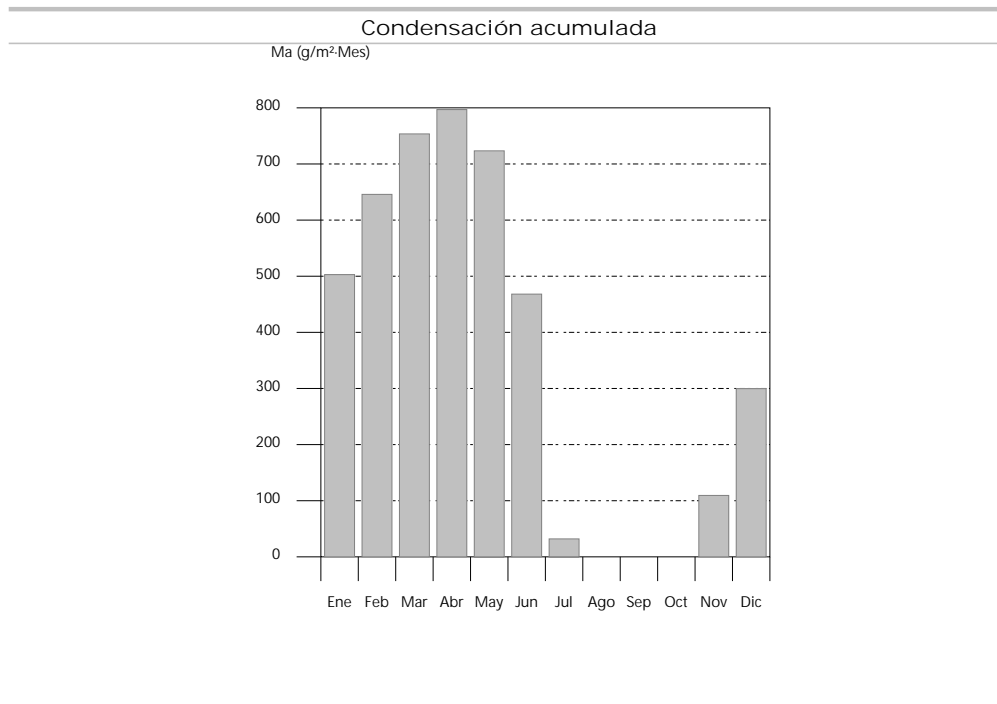
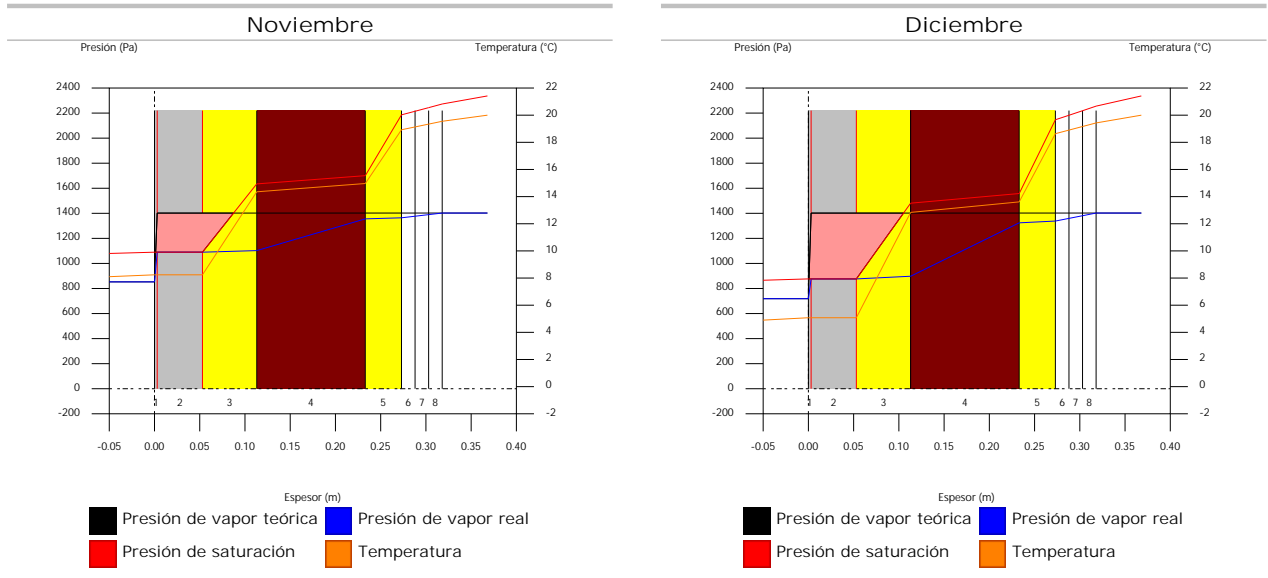
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



3.4. FAC SUR PB

3.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones

3.4.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.911 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,crit} \leq 0.8$.

Condensaciones

3.4.1.2. Condensación intersticial

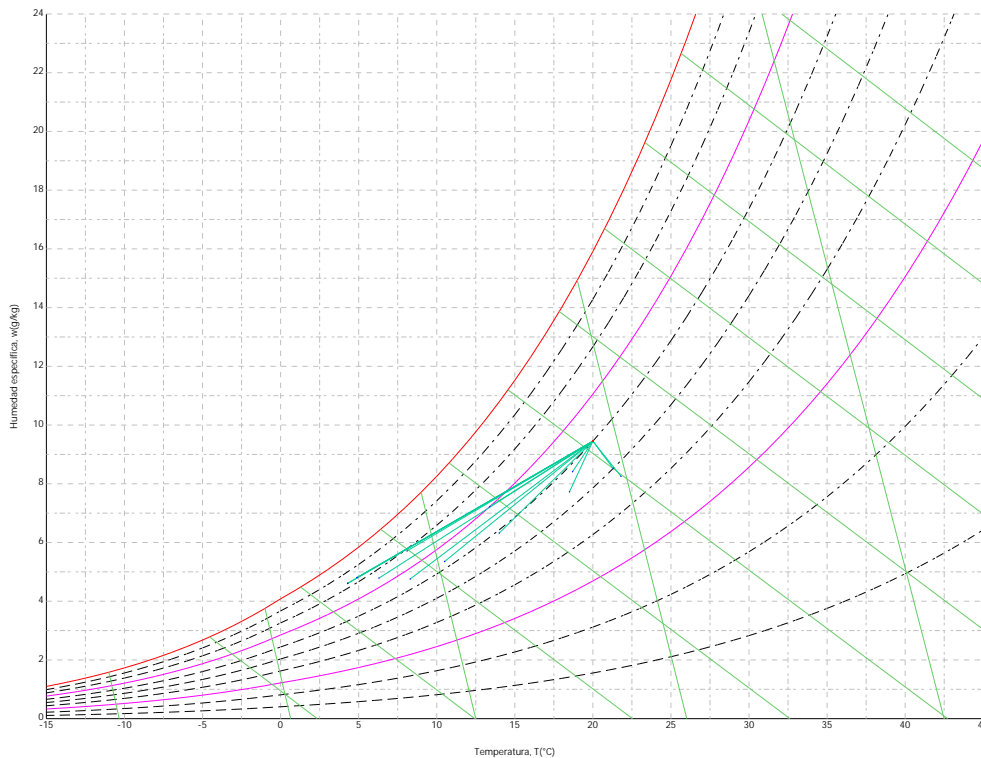
El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

3.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

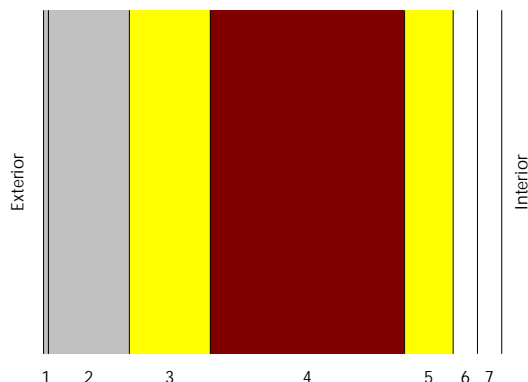
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



3.4.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:

Condensaciones



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC SUR PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	5.0	0.034	1.47059	20	1
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	28.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	2.7942
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3002.36
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.358
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.911

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.358 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

3.4.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Condensaciones

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_{s^3}q_i$, donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i : Temperatura del aire interior, °C.
- j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.911 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

3.4.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC SUR PB	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² .mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.52	843.362	689.042	81.7	--	--
Interfase 1-2	4.52	843.371	843.371	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.52	843.371	843.371	100.0	127.378	315.038
Interfase 3-4	12.79	1476.299	1081.158	73.2	--	--
Interfase 4-5	13.78	1574.989	1366.503	86.8	--	--
Interfase 5-6	18.60	2141.317	1373.636	64.1	--	--
Interfase 6-7	18.93	2186.913	1387.903	63.5	--	--
Cara interior	19.27	2233.355	1402.171	62.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q : Temperatura, °C.
- P_{sat} : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n : Presión del vapor de agua, Pa.
- j : Humedad relativa, %.

Condensaciones

g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.

M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC SUR PB	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c ($g/(m^2 \cdot mes)$)	M_a (g/m^2)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.50	967.217	715.662	74.0	--	--
Interfase 1-2	6.50	967.226	967.226	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.50	967.226	967.226	100.0	89.550	404.588
Interfase 3-4	13.71	1567.554	1152.309	73.5	--	--
Interfase 4-5	14.57	1657.979	1374.408	82.9	--	--
Interfase 5-6	18.77	2165.414	1379.961	63.7	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.545	1391.066	63.1	--	--
Cara interior	19.36	2246.325	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat} : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.

M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC SUR PB	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c ($g/(m^2 \cdot mes)$)	M_a (g/m^2)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.47	1106.826	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.47	1106.834	1106.834	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.47	1106.834	1106.834	100.0	67.322	471.910
Interfase 3-4	14.63	1663.721	1232.509	74.1	--	--
Interfase 4-5	15.36	1744.779	1383.319	79.3	--	--
Interfase 5-6	18.95	2189.748	1387.090	63.3	--	--
Interfase 6-7	19.20	2224.316	1394.630	62.7	--	--
Cara interior	19.46	2259.360	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat} : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.

M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Marzo)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.64	1280.603	799.495	62.4	--	--
Interfase 1-2	10.64	1280.611	1280.611	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.64	1280.611	1280.611	100.0	26.816	498.725
Interfase 3-4	15.64	1775.445	1332.339	75.0	--	--
Interfase 4-5	16.24	1844.837	1394.412	75.6	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.791	1395.963	63.0	--	--
Interfase 6-7	19.35	2245.125	1399.067	62.3	--	--
Cara interior	19.56	2273.776	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.09	1606.657	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.09	1606.664	1401.809	87.2	0.037	0.037
Interfase 2-3	14.09	1606.664	1606.664	100.0	-46.732	451.993
Interfase 3-4	17.24	1966.761	1519.645	77.3	--	--
Interfase 4-5	17.62	2014.395	1415.223	70.3	--	--
Interfase 5-6	19.46	2260.416	1412.613	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.582	1407.392	61.8	--	--
Cara interior	19.72	2296.875	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.441	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-0.037	--
Interfase 2-3	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-160.874	291.118
Interfase 3-4	19.31	2239.113	1821.115	81.3	--	--
Interfase 4-5	19.41	2252.347	1448.720	64.3	--	--
Interfase 5-6	19.87	2317.608	1439.410	62.1	--	--
Interfase 6-7	19.90	2322.238	1420.790	61.2	--	--
Cara interior	19.93	2326.875	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.77	2606.266	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.77	2606.264	1402.033	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.77	2606.264	2606.264	100.0	-274.718	16.400
Interfase 3-4	20.83	2459.275	2093.884	85.1	--	--
Interfase 4-5	20.71	2442.133	1479.028	60.6	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.349	1463.656	62.0	--	--
Interfase 6-7	20.12	2354.715	1432.913	60.9	--	--
Cara interior	20.08	2349.093	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2528.867	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-16.400	--
Interfase 3-4	20.60	2424.748	2049.420	84.5	--	--
Interfase 4-5	20.52	2412.509	1474.087	61.1	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.829	1459.704	62.0	--	--
Interfase 6-7	20.09	2349.769	1430.937	60.9	--	--
Cara interior	20.06	2345.715	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.895	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.896	1402.051	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.896	1402.052	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2251.947	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.48	2263.471	1402.163	61.9	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.179	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2324.195	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.94	2328.216	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1546.068	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1546.074	1401.914	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1546.074	1401.915	90.7	--	--
Interfase 3-4	16.97	1932.736	1402.024	72.5	--	--
Interfase 4-5	17.38	1984.394	1402.154	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.41	2252.884	1402.158	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.55	2272.815	1402.164	61.7	--	--
Cara interior	19.69	2292.900	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.27	1092.109	852.829	78.1	--	--
Interfase 1-2	8.27	1092.118	1092.118	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.27	1092.118	1092.118	100.0	68.396	68.396
Interfase 3-4	14.53	1653.876	1224.055	74.0	--	--
Interfase 4-5	15.28	1735.923	1382.380	79.6	--	--
Interfase 5-6	18.94	2187.304	1386.338	63.4	--	--
Interfase 6-7	19.19	2222.432	1394.254	62.7	--	--
Cara interior	19.45	2258.054	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.12	878.959	718.612	81.8	--	--
Interfase 1-2	5.12	878.968	878.968	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.12	878.968	878.968	100.0	119.264	187.660
Interfase 3-4	13.06	1503.173	1101.607	73.3	--	--
Interfase 4-5	14.02	1599.495	1368.775	85.6	--	--
Interfase 5-6	18.65	2148.522	1375.454	64.0	--	--
Interfase 6-7	18.97	2192.488	1388.812	63.3	--	--
Cara interior	19.30	2237.239	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	127.378	89.550	67.322	26.816	0.037	--	0.215	--	--	--	68.396	119.264
g _{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	46.732	160.911	274.718	16.615	--	--	--	--
M _a (g/m ²)	315.038	404.588	471.910	498.725	452.029	291.118	16.615	--	--	--	68.396	187.660

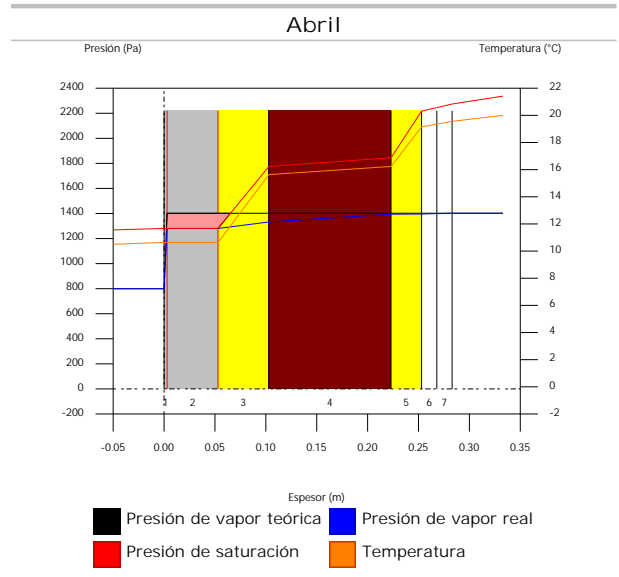
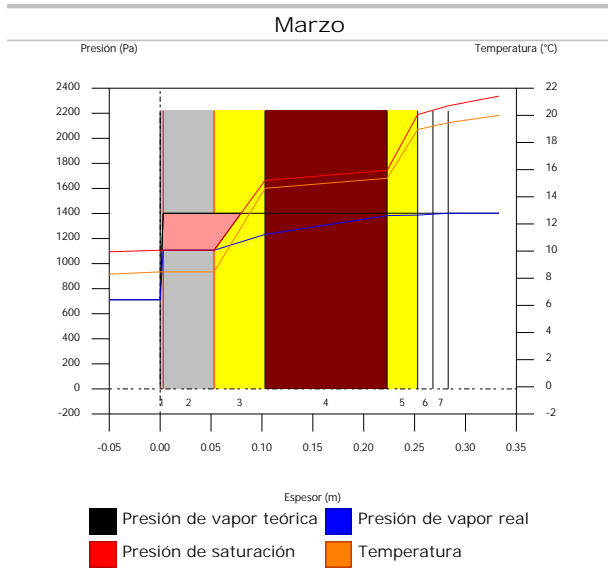
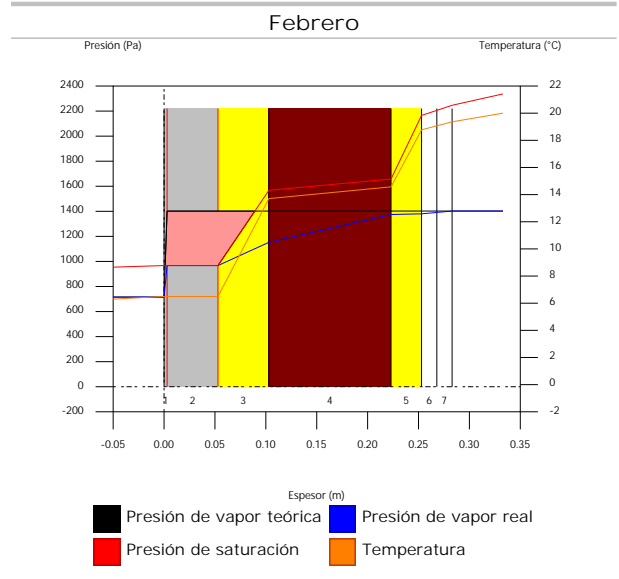
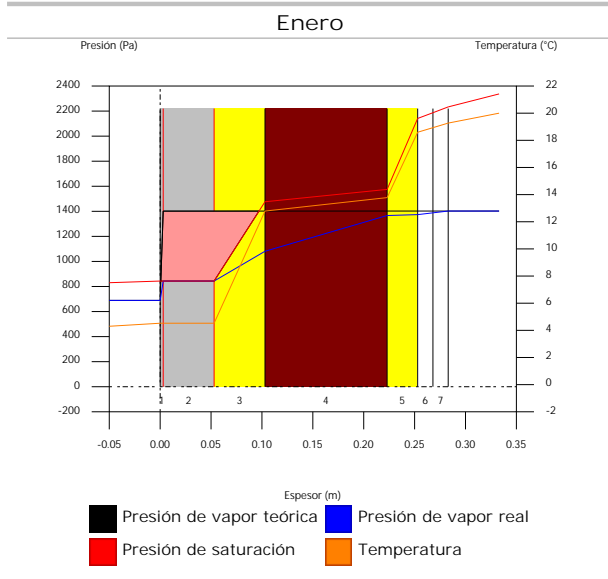
donde:

- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev}: Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

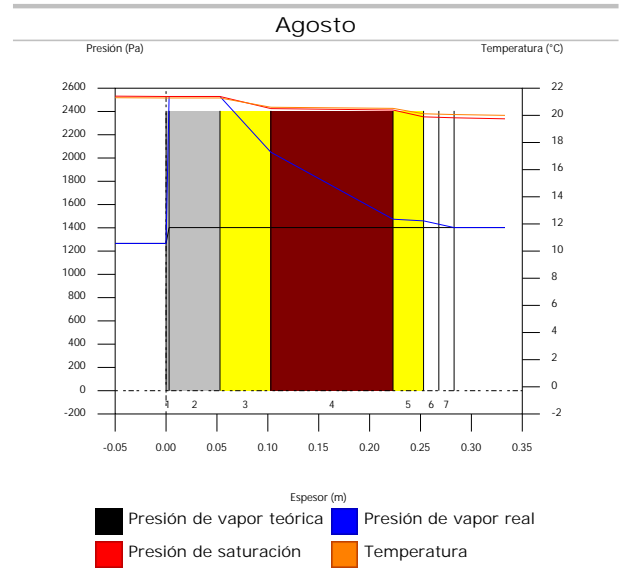
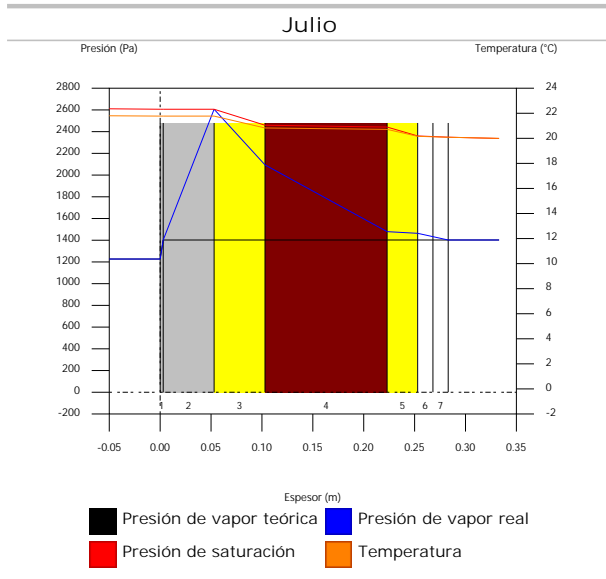
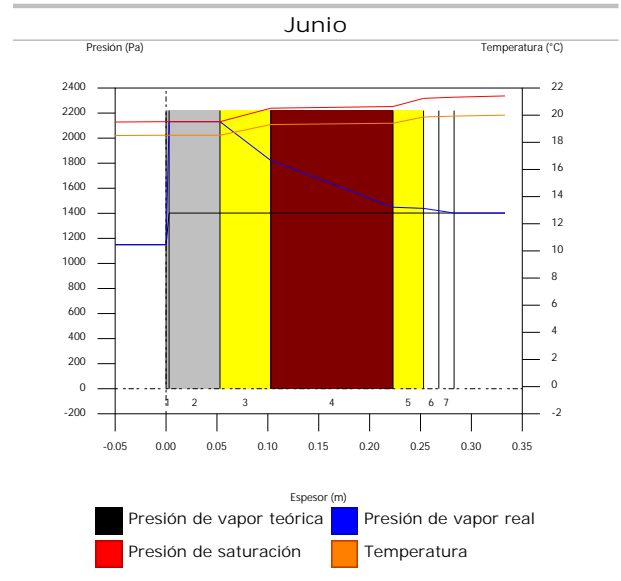
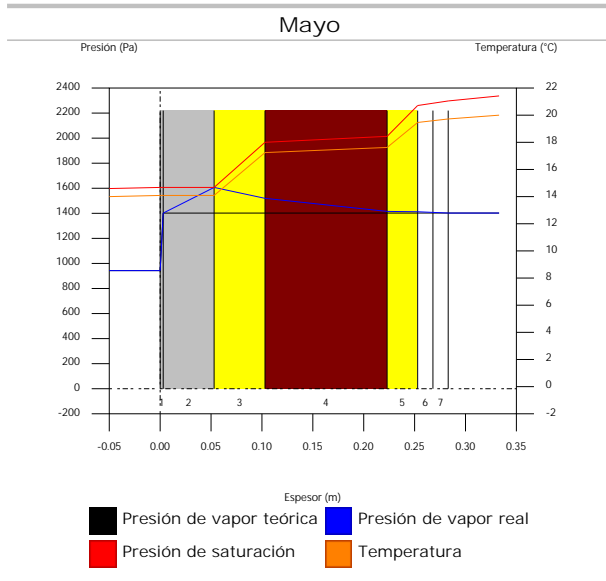
>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

3.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas

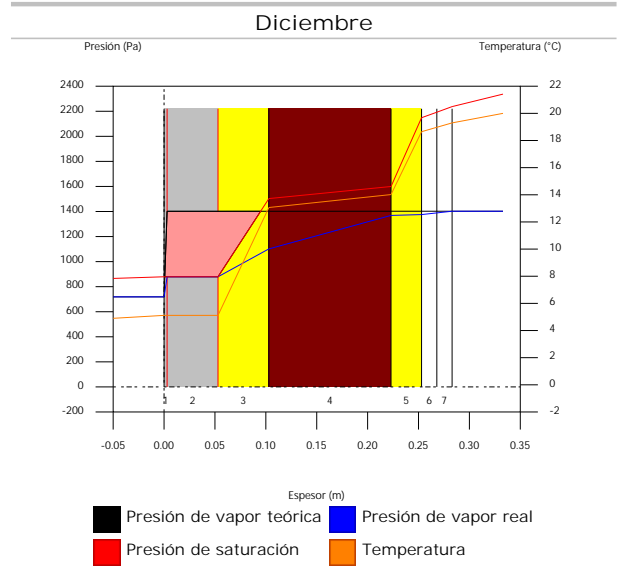
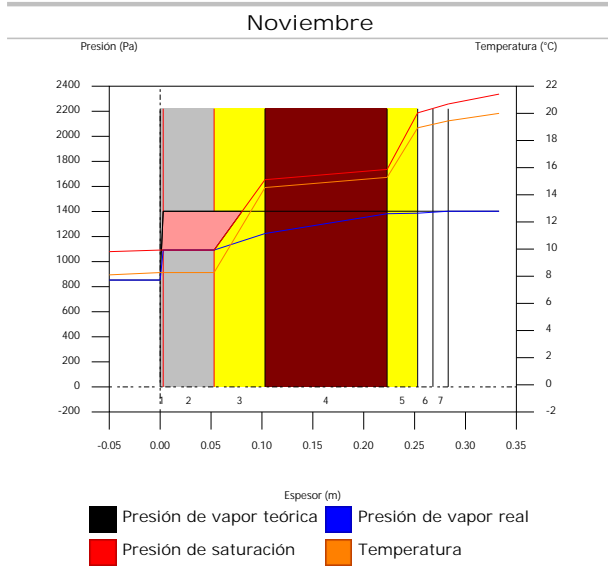
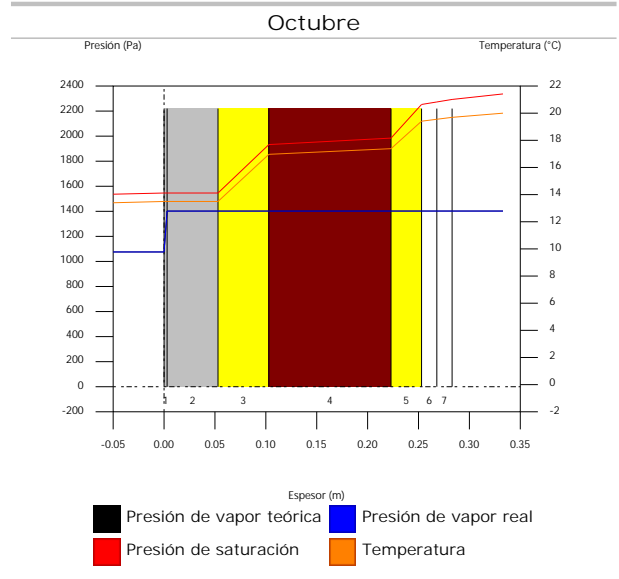
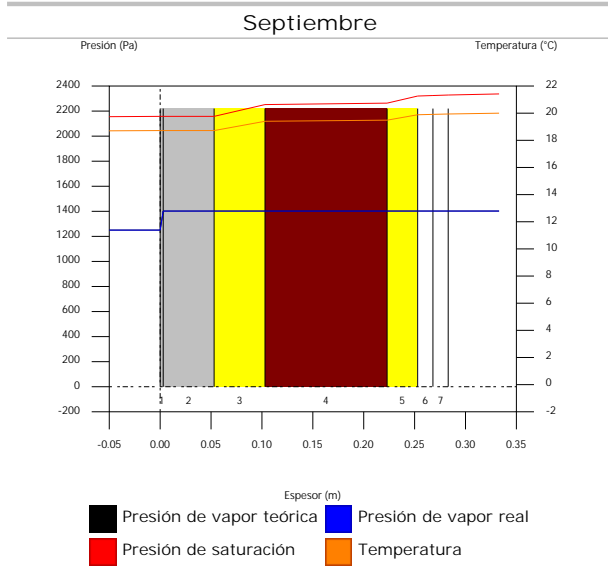
Condensaciones



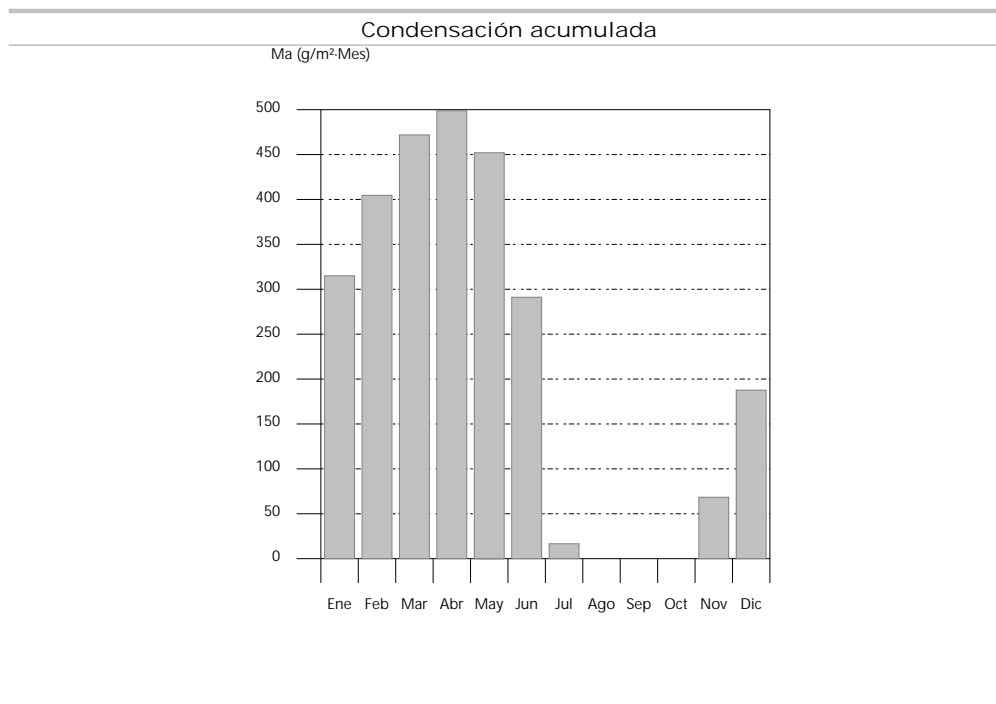
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



4. ZONA 4

4.1. FAC NORTE

4.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

4.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

4.1.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

4.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

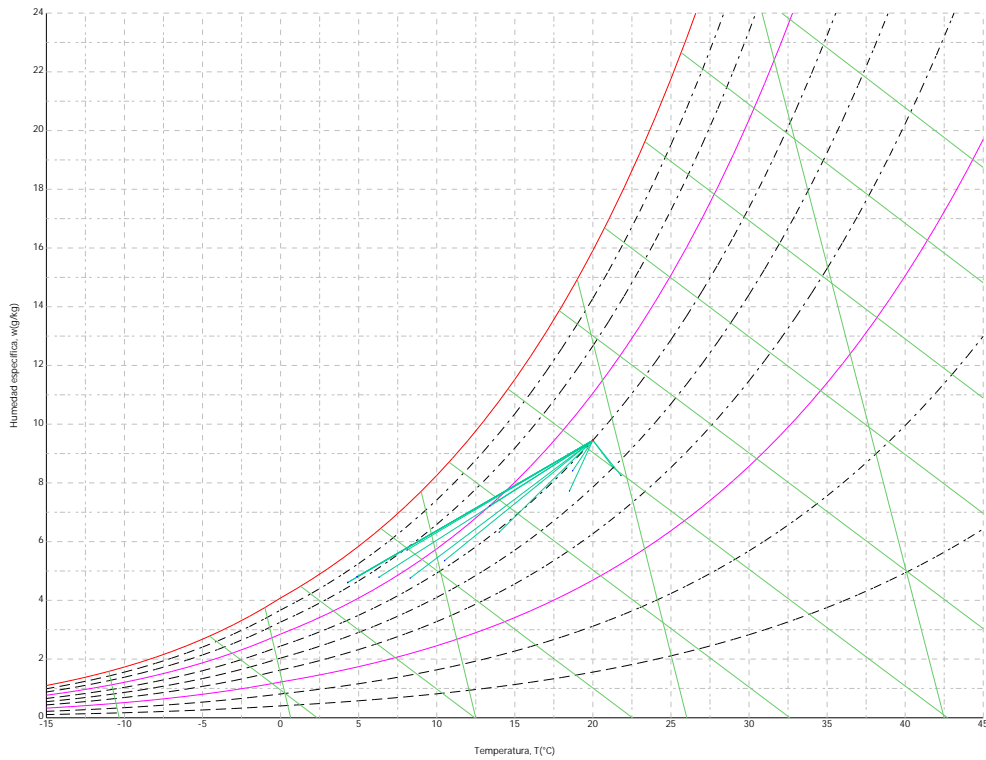
Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición

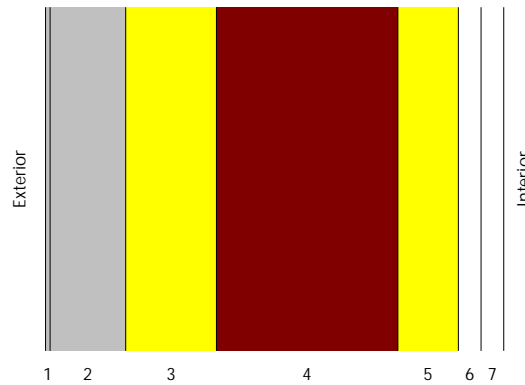
Condensaciones

exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



4.1.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC NORTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

Condensaciones

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.296 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

4.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Condensaciones

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

4.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

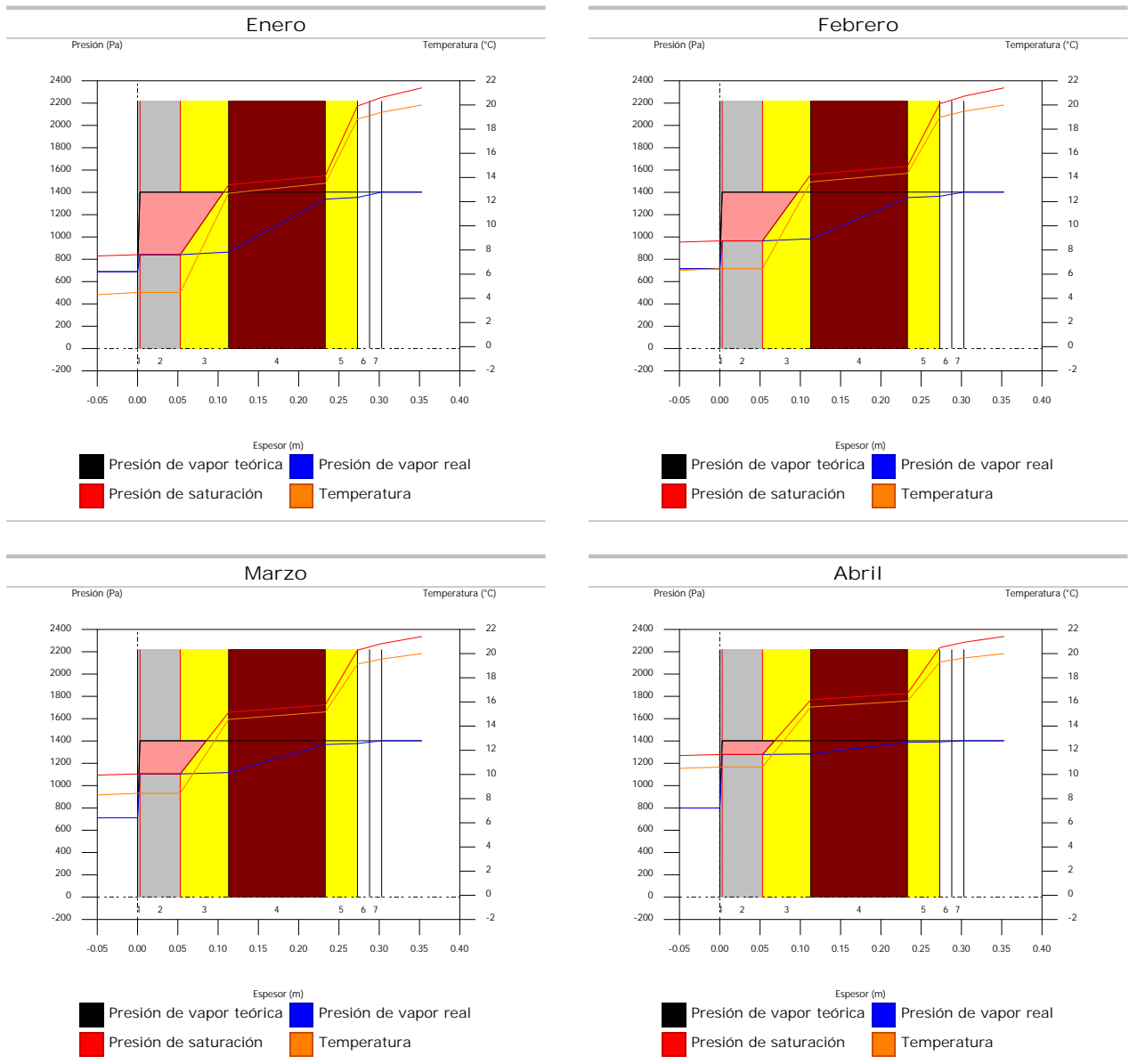
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

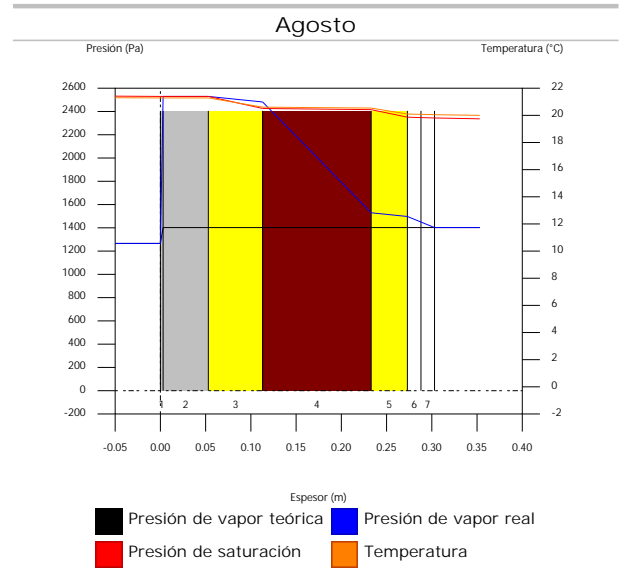
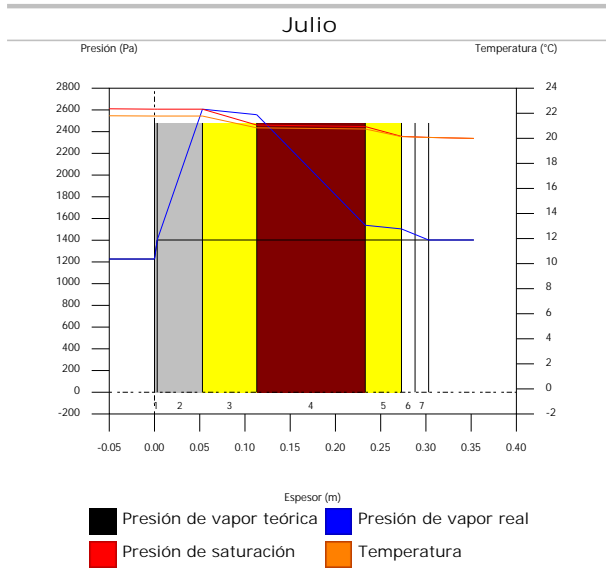
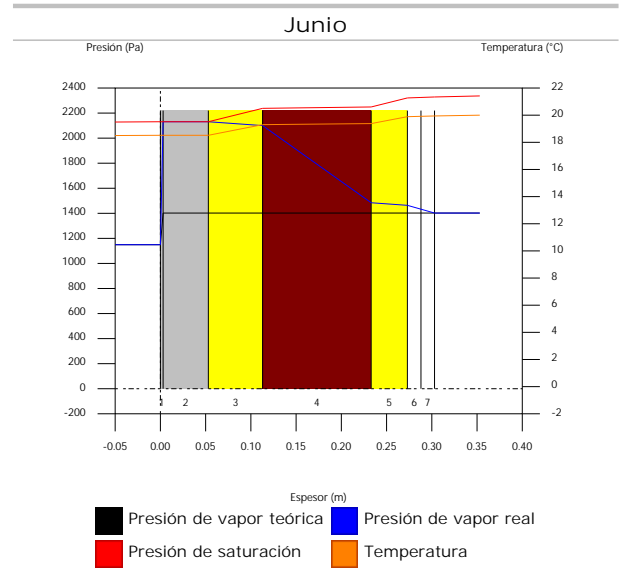
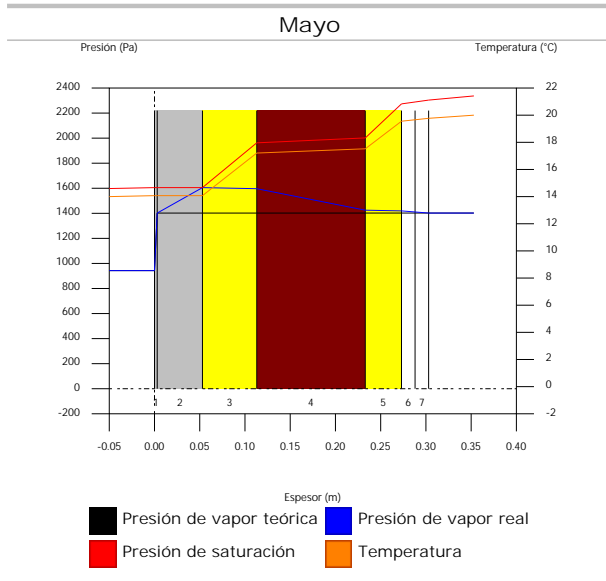
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

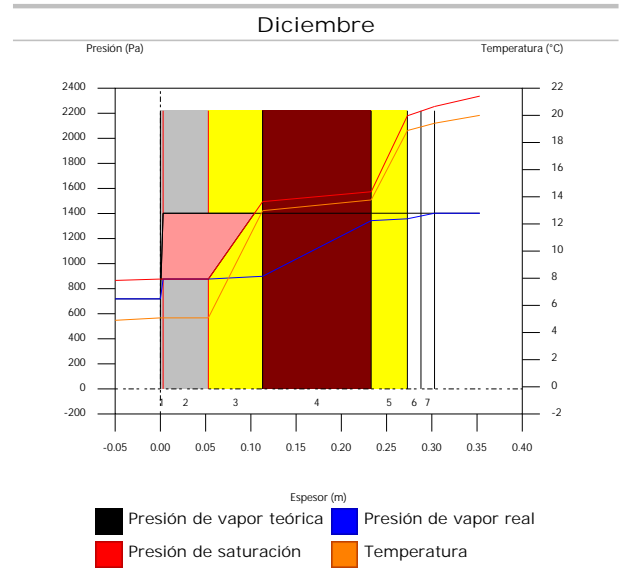
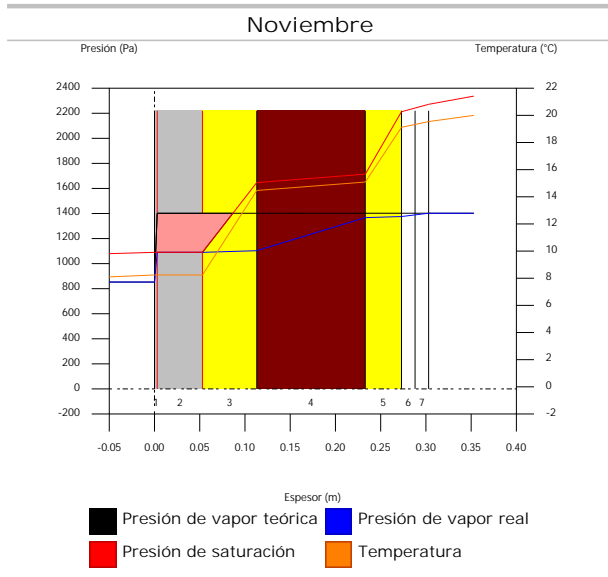
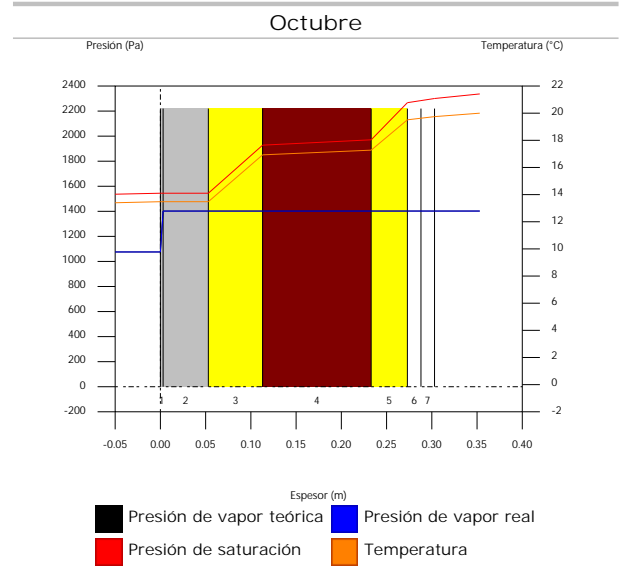
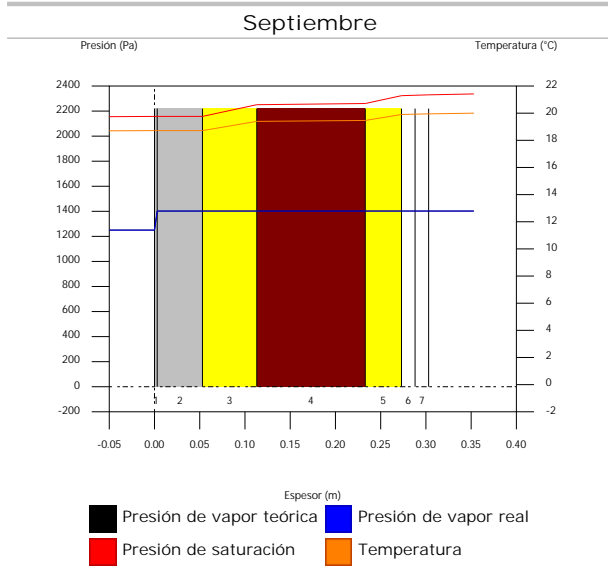
4.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



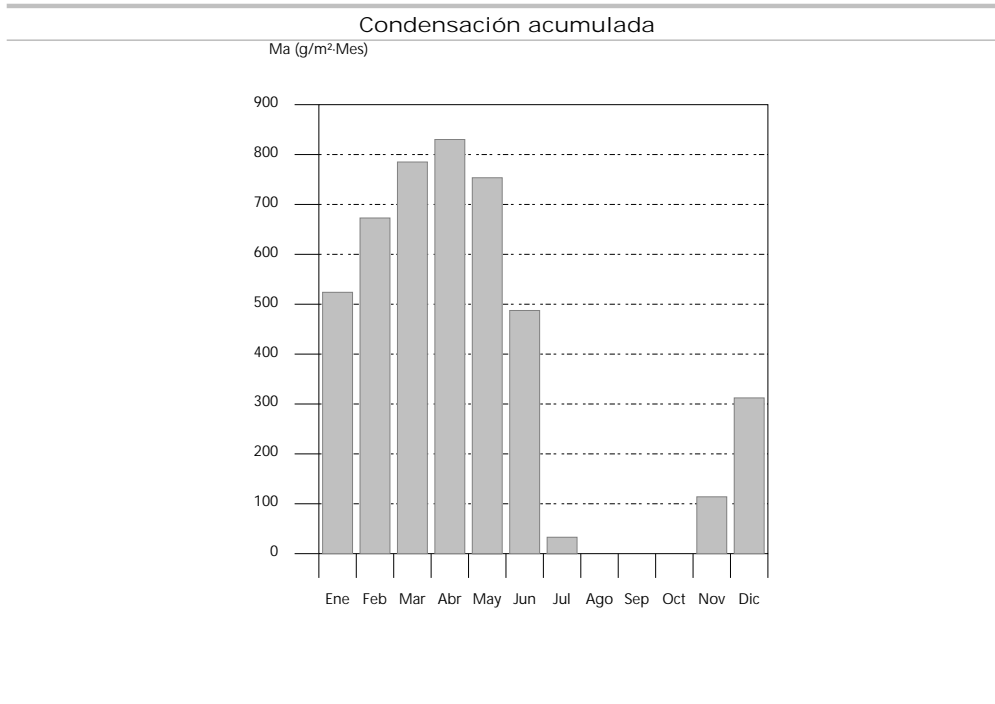
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



4.2. FAC SUR PB

4.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

4.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.911^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

4.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

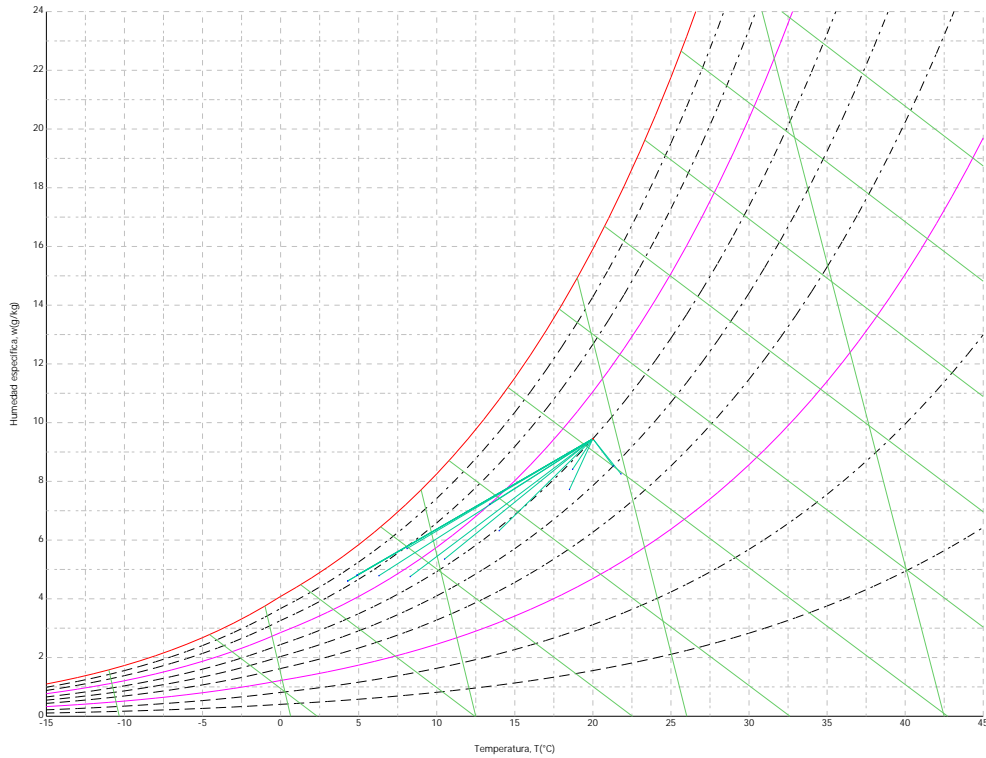
4.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

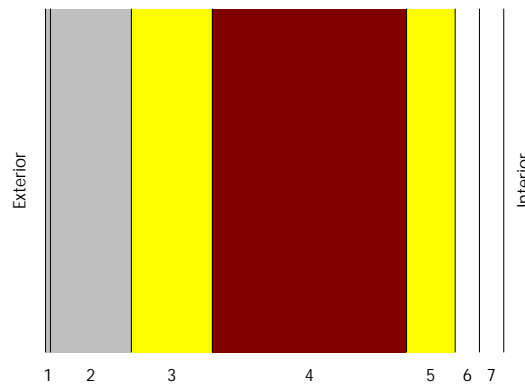
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



4.2.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC SUR PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	5.0	0.034	1.47059	20	1
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracoustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

Condensaciones

- e: Espesor, cm.
 l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_{ai}: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	28.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	2.7942
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3002.36
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.358
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.911

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
 R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
 S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.358 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

4.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e > q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i: Temperatura del aire interior, °C.
 j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.911 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento

Condensaciones

constructivo.

4.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfaces formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.52	843.362	689.042	81.7	--	--
Interfase 1-2	4.52	843.371	843.371	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.52	843.371	843.371	100.0	127.378	315.038
Interfase 3-4	12.79	1476.299	1081.158	73.2	--	--
Interfase 4-5	13.78	1574.989	1366.503	86.8	--	--
Interfase 5-6	18.60	2141.317	1373.636	64.1	--	--
Interfase 6-7	18.93	2186.913	1387.903	63.5	--	--
Cara interior	19.27	2233.355	1402.171	62.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.50	967.217	715.662	74.0	--	--
Interfase 1-2	6.50	967.226	967.226	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.50	967.226	967.226	100.0	89.550	404.588
Interfase 3-4	13.71	1567.554	1152.309	73.5	--	--
Interfase 4-5	14.57	1657.979	1374.408	82.9	--	--
Interfase 5-6	18.77	2165.414	1379.961	63.7	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.545	1391.066	63.1	--	--
Cara interior	19.36	2246.325	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.47	1106.826	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.47	1106.834	1106.834	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.47	1106.834	1106.834	100.0	67.322	471.910
Interfase 3-4	14.63	1663.721	1232.509	74.1	--	--
Interfase 4-5	15.36	1744.779	1383.319	79.3	--	--
Interfase 5-6	18.95	2189.748	1387.090	63.3	--	--
Interfase 6-7	19.20	2224.316	1394.630	62.7	--	--
Cara interior	19.46	2259.360	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.64	1280.603	799.495	62.4	--	--
Interfase 1-2	10.64	1280.611	1280.611	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.64	1280.611	1280.611	100.0	26.816	498.725
Interfase 3-4	15.64	1775.445	1332.339	75.0	--	--
Interfase 4-5	16.24	1844.837	1394.412	75.6	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.791	1395.963	63.0	--	--
Interfase 6-7	19.35	2245.125	1399.067	62.3	--	--
Cara interior	19.56	2273.776	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.09	1606.657	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.09	1606.664	1401.809	87.2	0.037	0.037
Interfase 2-3	14.09	1606.664	1606.664	100.0	-46.732	451.993
Interfase 3-4	17.24	1966.761	1519.645	77.3	--	--
Interfase 4-5	17.62	2014.395	1415.223	70.3	--	--
Interfase 5-6	19.46	2260.416	1412.613	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.582	1407.392	61.8	--	--
Cara interior	19.72	2296.875	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.441	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-0.037	--
Interfase 2-3	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-160.874	291.118
Interfase 3-4	19.31	2239.113	1821.115	81.3	--	--
Interfase 4-5	19.41	2252.347	1448.720	64.3	--	--
Interfase 5-6	19.87	2317.608	1439.410	62.1	--	--
Interfase 6-7	19.90	2322.238	1420.790	61.2	--	--
Cara interior	19.93	2326.875	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.77	2606.266	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.77	2606.264	1402.033	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.77	2606.264	2606.264	100.0	-274.718	16.400
Interfase 3-4	20.83	2459.275	2093.884	85.1	--	--
Interfase 4-5	20.71	2442.133	1479.028	60.6	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.349	1463.656	62.0	--	--
Interfase 6-7	20.12	2354.715	1432.913	60.9	--	--
Cara interior	20.08	2349.093	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2528.867	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-16.400	--
Interfase 3-4	20.60	2424.748	2049.420	84.5	--	--
Interfase 4-5	20.52	2412.509	1474.087	61.1	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.829	1459.704	62.0	--	--
Interfase 6-7	20.09	2349.769	1430.937	60.9	--	--
Cara interior	20.06	2345.715	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.895	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.896	1402.051	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.896	1402.052	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2251.947	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.48	2263.471	1402.163	61.9	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.179	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2324.195	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.94	2328.216	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1546.068	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1546.074	1401.914	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1546.074	1401.915	90.7	--	--
Interfase 3-4	16.97	1932.736	1402.024	72.5	--	--
Interfase 4-5	17.38	1984.394	1402.154	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.41	2252.884	1402.158	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.55	2272.815	1402.164	61.7	--	--
Cara interior	19.69	2292.900	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.27	1092.109	852.829	78.1	--	--
Interfase 1-2	8.27	1092.118	1092.118	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.27	1092.118	1092.118	100.0	68.396	68.396
Interfase 3-4	14.53	1653.876	1224.055	74.0	--	--
Interfase 4-5	15.28	1735.923	1382.380	79.6	--	--
Interfase 5-6	18.94	2187.304	1386.338	63.4	--	--
Interfase 6-7	19.19	2222.432	1394.254	62.7	--	--
Cara interior	19.45	2258.054	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.12	878.959	718.612	81.8	--	--
Interfase 1-2	5.12	878.968	878.968	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.12	878.968	878.968	100.0	119.264	187.660
Interfase 3-4	13.06	1503.173	1101.607	73.3	--	--
Interfase 4-5	14.02	1599.495	1368.775	85.6	--	--
Interfase 5-6	18.65	2148.522	1375.454	64.0	--	--
Interfase 6-7	18.97	2192.488	1388.812	63.3	--	--
Cara interior	19.30	2237.239	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

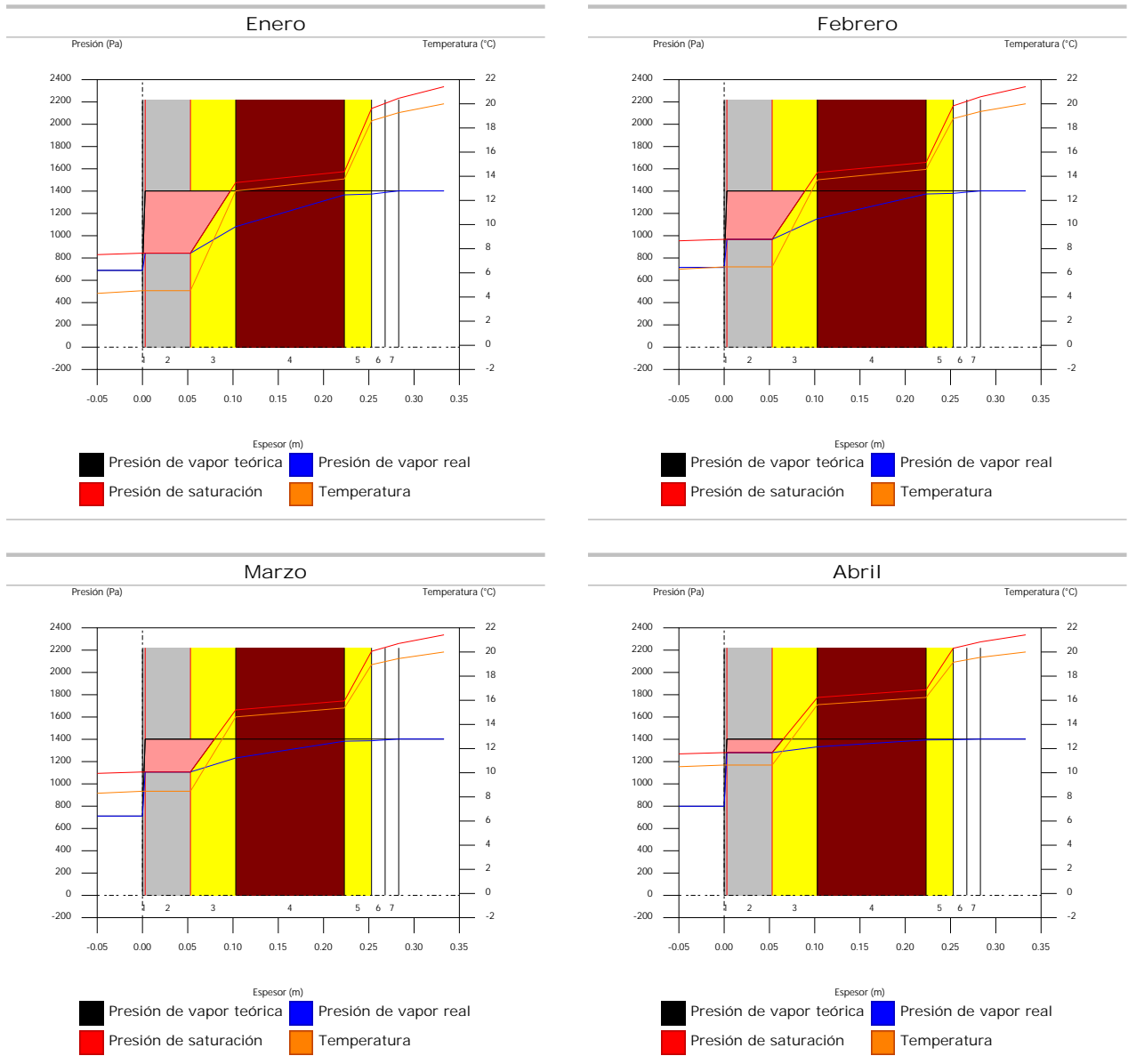
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	127.378	89.550	67.322	26.816	0.037	--	0.215	--	--	--	68.396	119.264
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	46.732	160.911	274.718	16.615	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	315.038	404.588	471.910	498.725	452.029	291.118	16.615	--	--	--	68.396	187.660

donde:

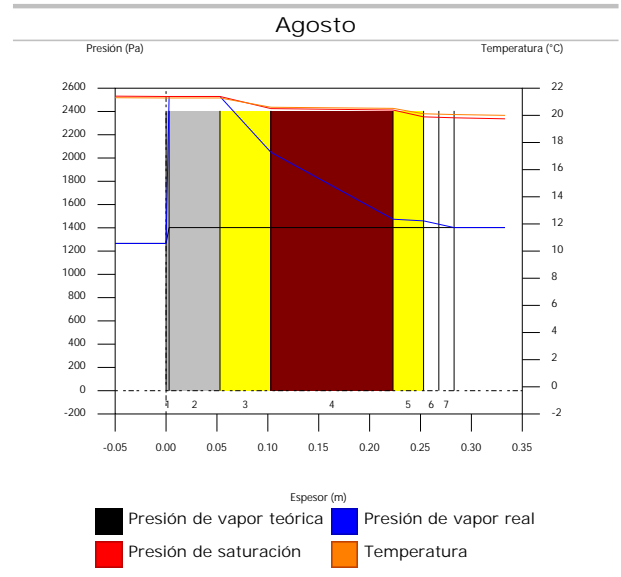
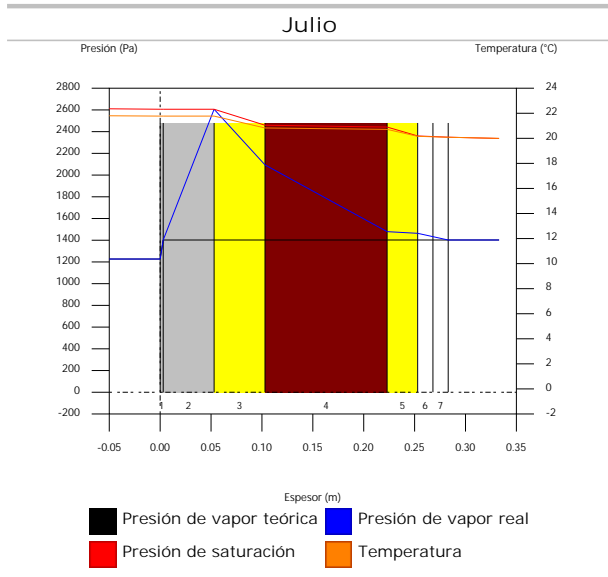
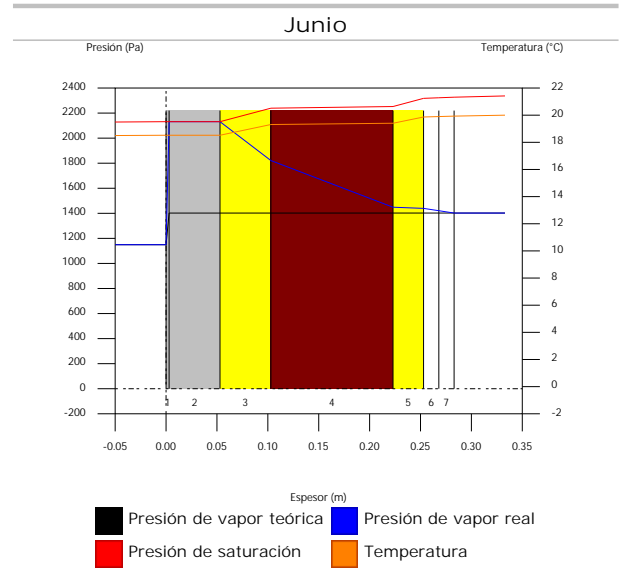
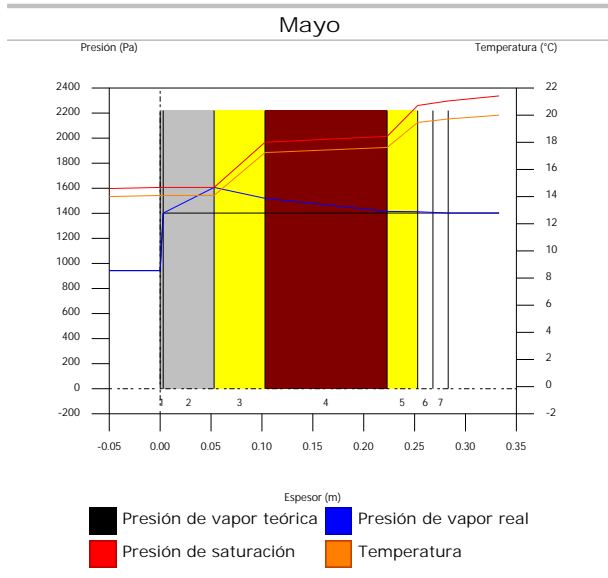
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

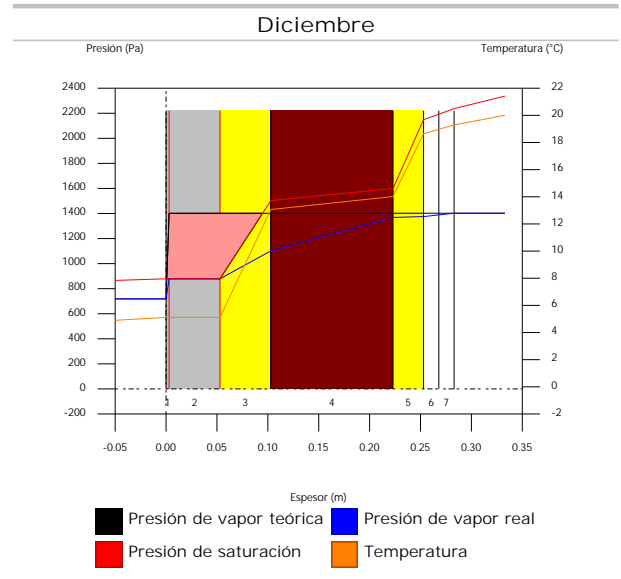
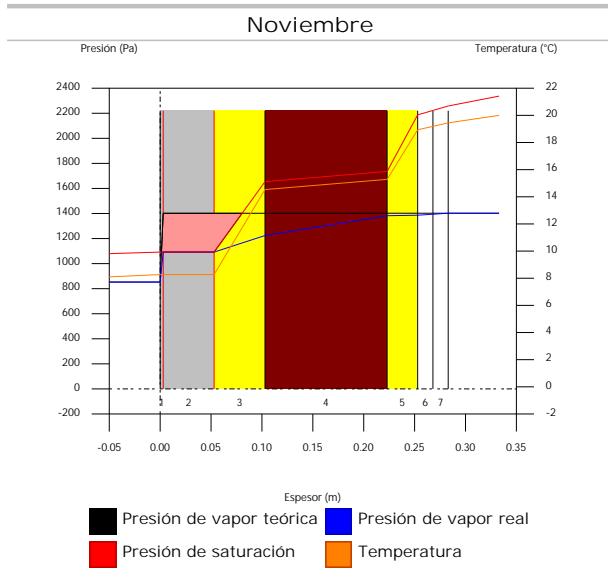
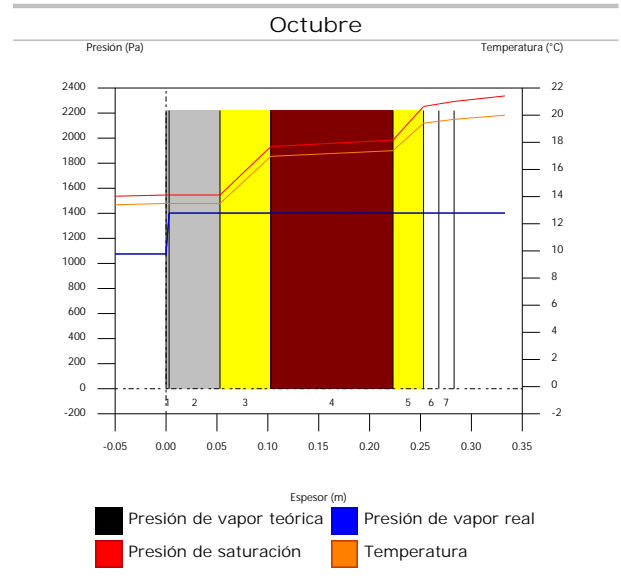
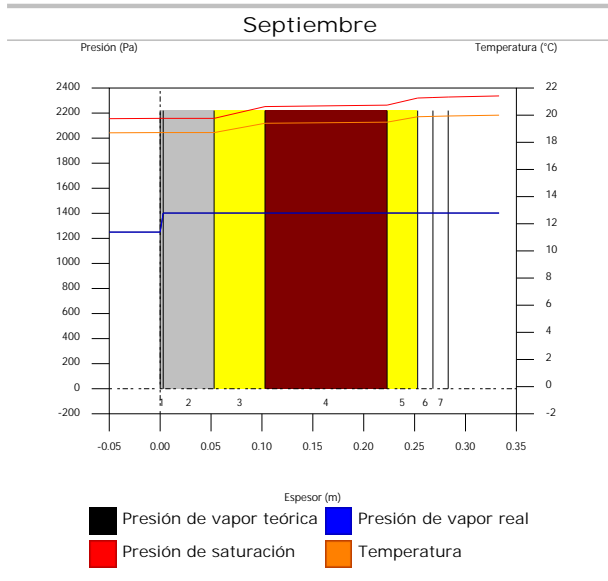
4.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



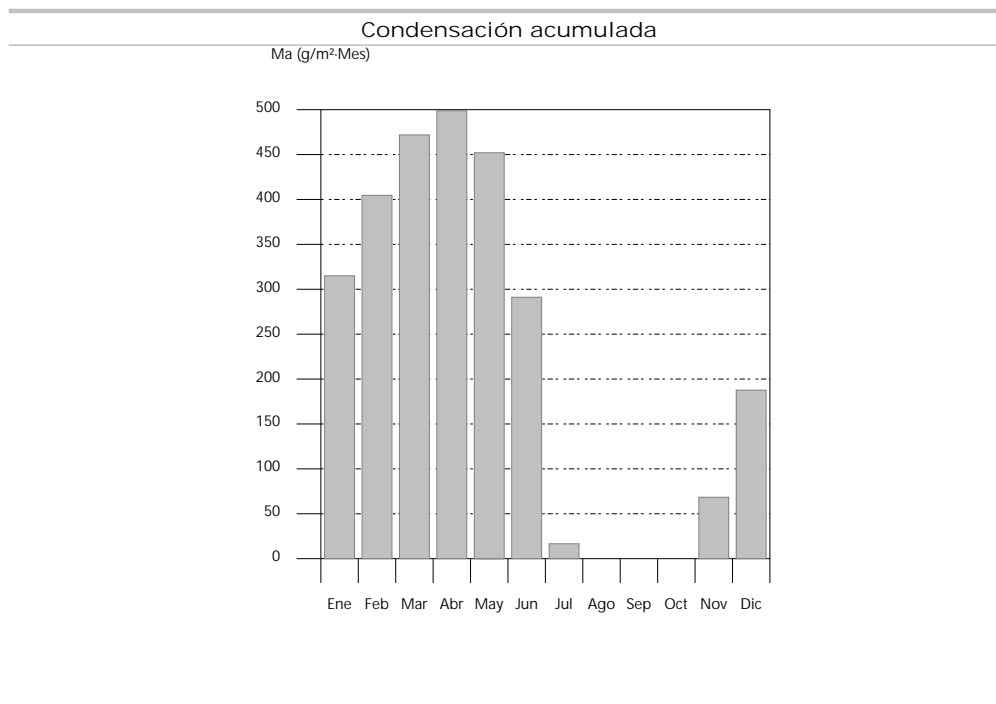
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



4.3. FAC ESTE PB

4.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

4.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.911^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

4.3.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

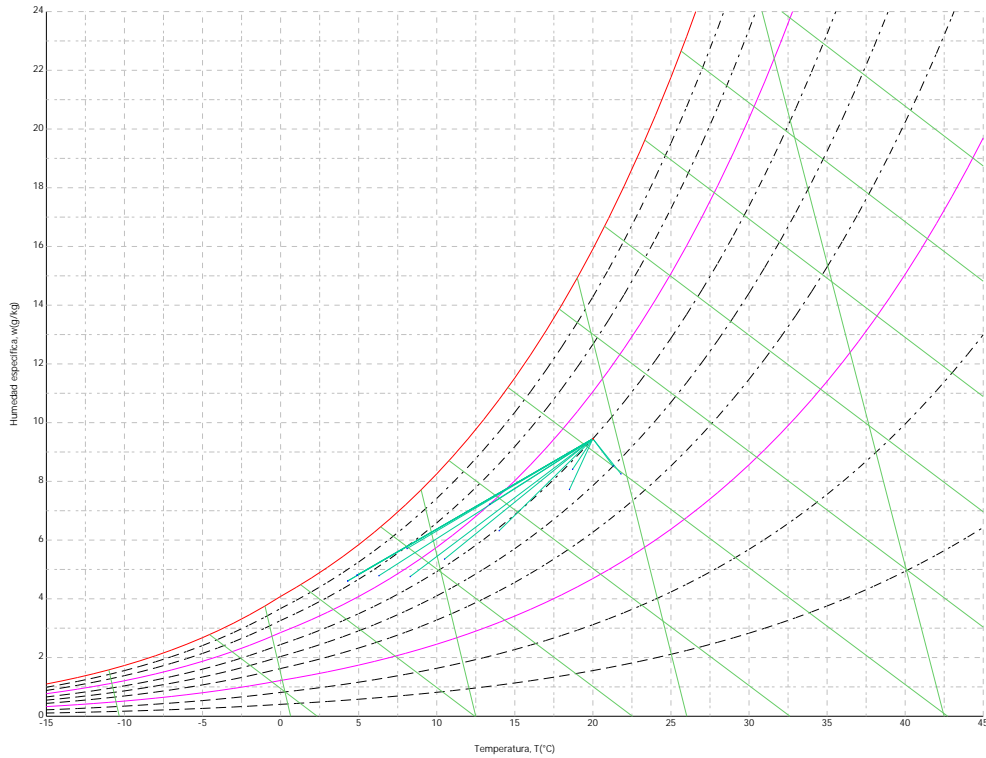
4.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

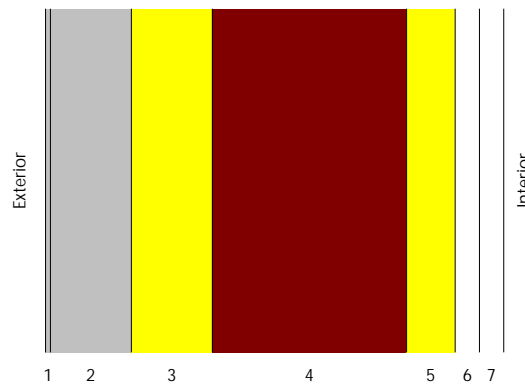
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



4.3.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC ESTE PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	5.0	0.034	1.47059	1	0.05
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- I: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	28.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	2.7942
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.41
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.358
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.911

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.358 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

4.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.911 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

4.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.52	843.362	689.042	81.7	--	--
Interfase 1-2	4.52	843.371	843.371	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.52	843.371	843.371	100.0	213.813	528.813
Interfase 3-4	12.79	1476.299	863.328	58.5	--	--
Interfase 4-5	13.78	1574.989	1342.299	85.2	--	--
Interfase 5-6	18.60	2141.317	1354.274	63.2	--	--
Interfase 6-7	18.93	2186.913	1378.222	63.0	--	--
Cara interior	19.27	2233.355	1402.171	62.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.50	967.217	715.662	74.0	--	--
Interfase 1-2	6.50	967.226	967.226	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.50	967.226	967.226	100.0	150.317	679.130
Interfase 3-4	13.71	1567.554	982.760	62.7	--	--
Interfase 4-5	14.57	1657.979	1355.569	81.8	--	--
Interfase 5-6	18.77	2165.414	1364.890	63.0	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.545	1383.530	62.7	--	--
Cara interior	19.36	2246.325	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.47	1106.826	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.47	1106.834	1106.834	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.47	1106.834	1106.834	100.0	113.004	792.134
Interfase 3-4	14.63	1663.721	1117.382	67.2	--	--
Interfase 4-5	15.36	1744.779	1370.527	78.6	--	--
Interfase 5-6	18.95	2189.748	1376.856	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.20	2224.316	1389.513	62.5	--	--
Cara interior	19.46	2259.360	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.64	1280.603	799.495	62.4	--	--
Interfase 1-2	10.64	1280.611	1280.611	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.64	1280.611	1280.611	100.0	45.012	837.146
Interfase 3-4	15.64	1775.445	1284.952	72.4	--	--
Interfase 4-5	16.24	1844.837	1389.146	75.3	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.791	1391.751	62.8	--	--
Interfase 6-7	19.35	2245.125	1396.961	62.2	--	--
Cara interior	19.56	2273.776	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.09	1606.657	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.09	1606.664	1401.955	87.3	0.037	0.037
Interfase 2-3	14.09	1606.664	1606.664	100.0	-78.363	758.783
Interfase 3-4	17.24	1966.761	1599.360	81.3	--	--
Interfase 4-5	17.62	2014.395	1424.081	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.46	2260.416	1419.699	62.8	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.582	1410.935	61.9	--	--
Cara interior	19.72	2296.875	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.441	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-0.037	--
Interfase 2-3	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-270.039	488.744
Interfase 3-4	19.31	2239.113	2105.398	94.0	--	--
Interfase 4-5	19.41	2252.347	1480.307	65.7	--	--
Interfase 5-6	19.87	2317.608	1464.680	63.2	--	--
Interfase 6-7	19.90	2322.238	1433.425	61.7	--	--
Cara interior	19.93	2326.875	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.77	2606.266	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.77	2606.264	1402.088	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.77	2606.264	2606.264	100.0	-460.967	27.777
Interfase 3-4	20.83	2459.275	2563.260	104.2	--	--
Interfase 4-5	20.71	2442.133	1531.181	62.7	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.349	1505.379	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.12	2354.715	1453.775	61.7	--	--
Cara interior	20.08	2349.093	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2528.867	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-27.777	--
Interfase 3-4	20.60	2424.748	2488.625	102.6	--	--
Interfase 4-5	20.52	2412.509	1522.888	63.1	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.829	1498.744	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.09	2349.769	1450.458	61.7	--	--
Cara interior	20.06	2345.715	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.895	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.896	1402.099	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.896	1402.100	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2251.947	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.48	2263.471	1402.163	61.9	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.179	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2324.195	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.94	2328.216	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1546.068	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1546.074	1402.017	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1546.074	1402.018	90.7	--	--
Interfase 3-4	16.97	1932.736	1402.024	72.5	--	--
Interfase 4-5	17.38	1984.394	1402.154	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.41	2252.884	1402.158	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.55	2272.815	1402.164	61.7	--	--
Cara interior	19.69	2292.900	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.27	1092.109	852.829	78.1	--	--
Interfase 1-2	8.27	1092.118	1092.118	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.27	1092.118	1092.118	100.0	114.808	114.808
Interfase 3-4	14.53	1653.876	1103.191	66.7	--	--
Interfase 4-5	15.28	1735.923	1368.951	78.9	--	--
Interfase 5-6	18.94	2187.304	1375.595	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.19	2222.432	1388.883	62.5	--	--
Cara interior	19.45	2258.054	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.12	878.959	718.612	81.8	--	--
Interfase 1-2	5.12	878.968	878.968	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.12	878.968	878.968	100.0	200.192	315.001
Interfase 3-4	13.06	1503.173	897.654	59.7	--	--
Interfase 4-5	14.02	1599.495	1346.113	84.2	--	--
Interfase 5-6	18.65	2148.522	1357.325	63.2	--	--
Interfase 6-7	18.97	2192.488	1379.748	62.9	--	--
Cara interior	19.30	2237.239	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

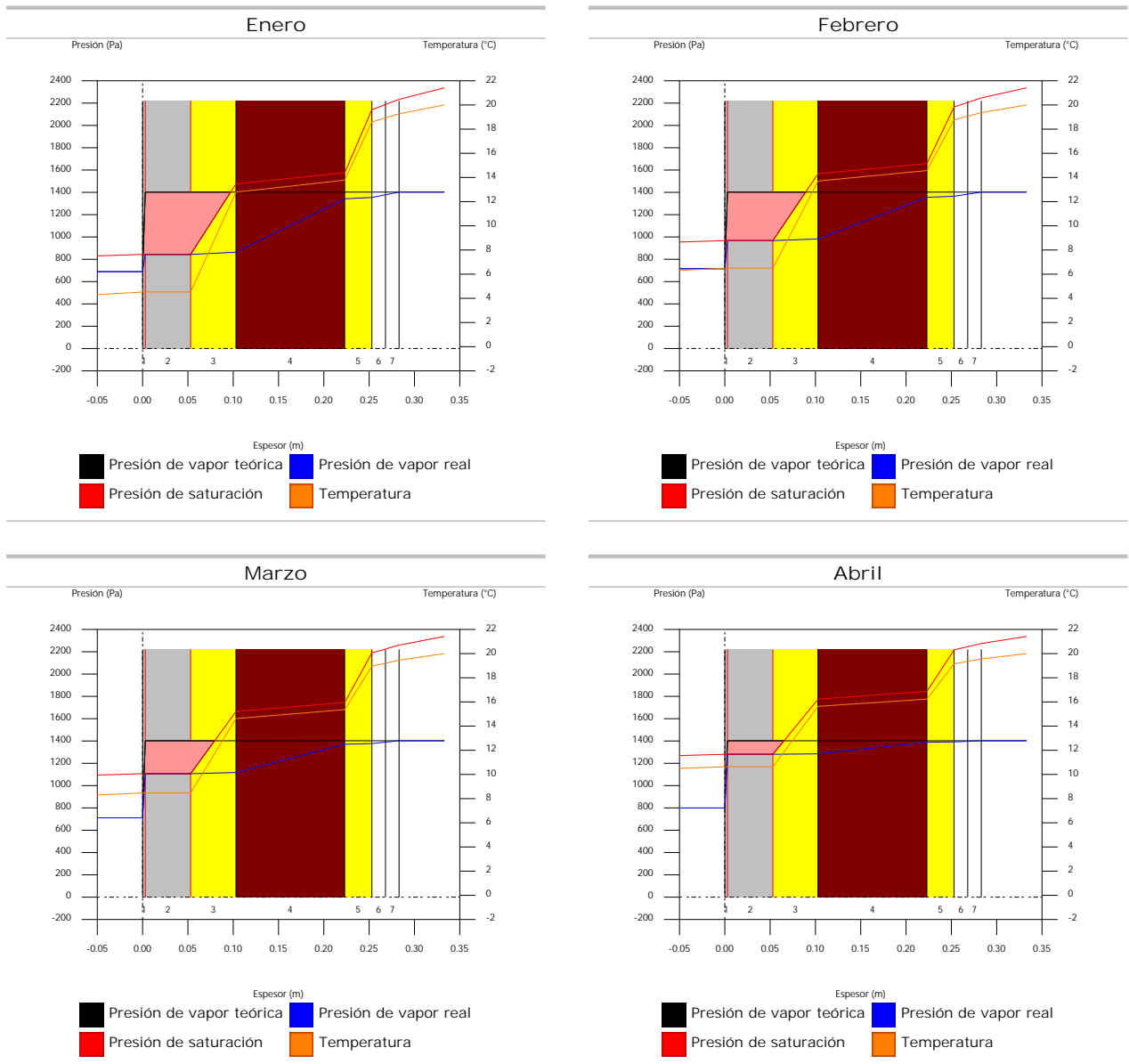
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	213.813	150.317	113.004	45.012	0.037	--	0.215	--	--	--	114.808	200.192
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	78.363	270.076	460.967	27.992	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	528.813	679.130	792.134	837.146	758.819	488.744	27.992	--	--	--	114.808	315.001

donde:

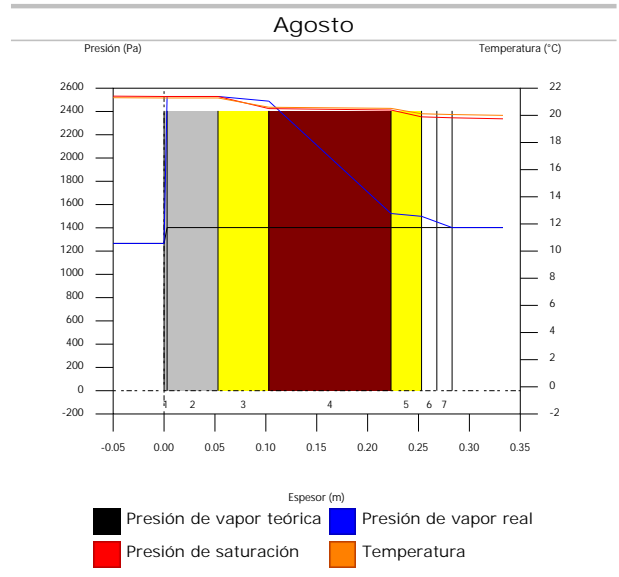
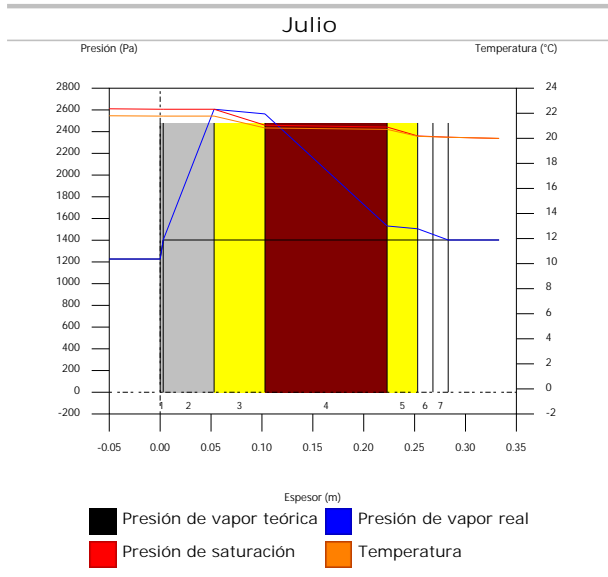
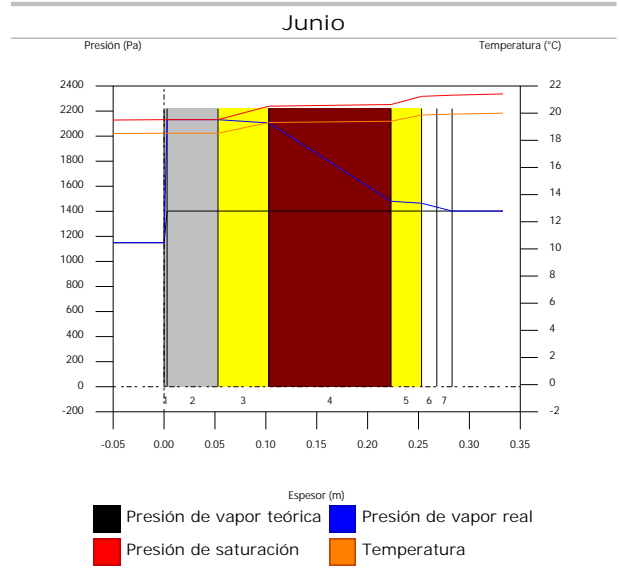
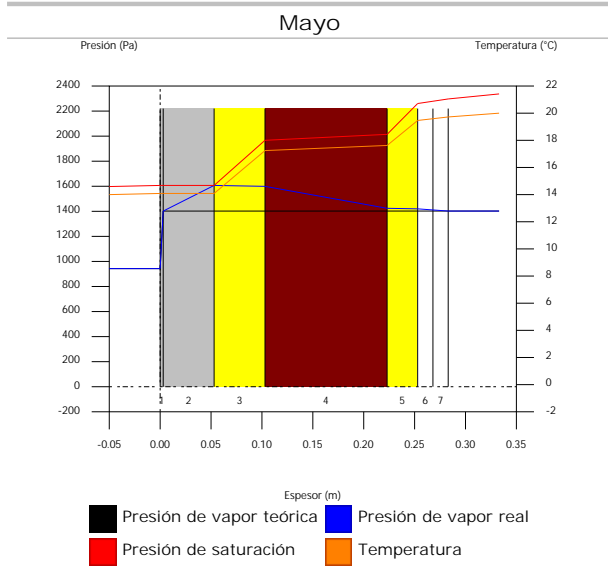
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

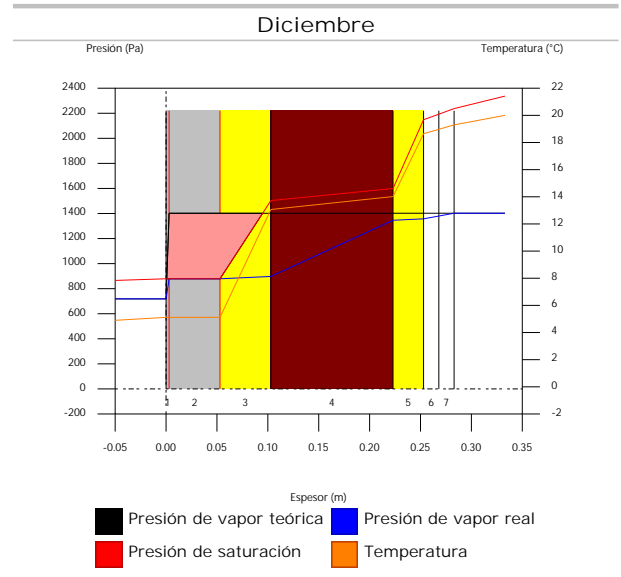
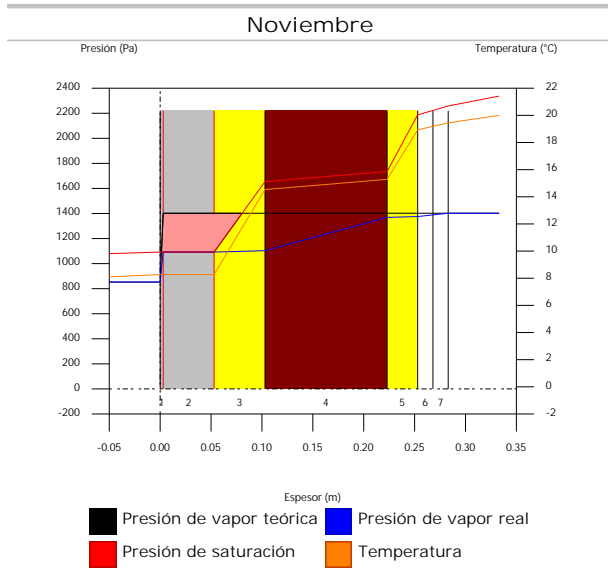
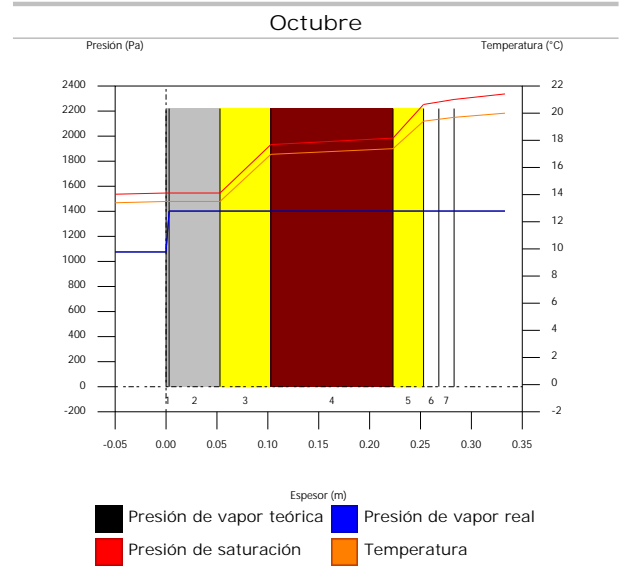
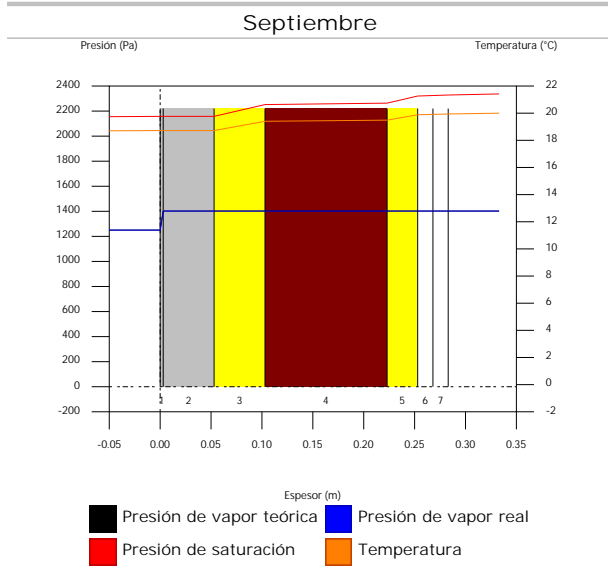
4.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



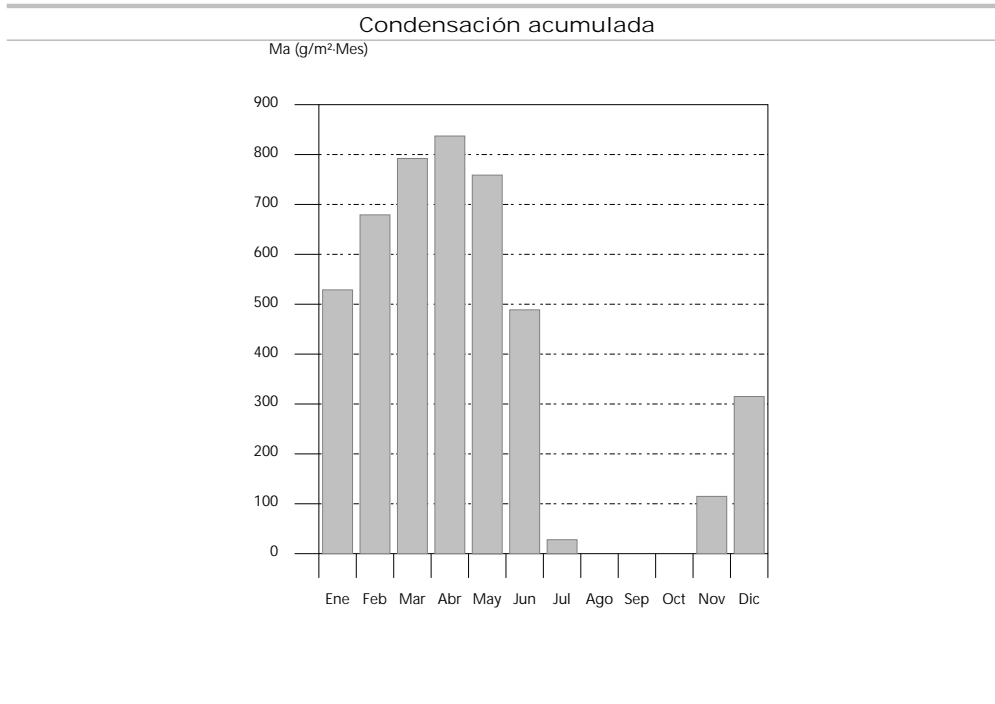
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



4.4. FAC ESTE

4.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones

4.4.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

4.4.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

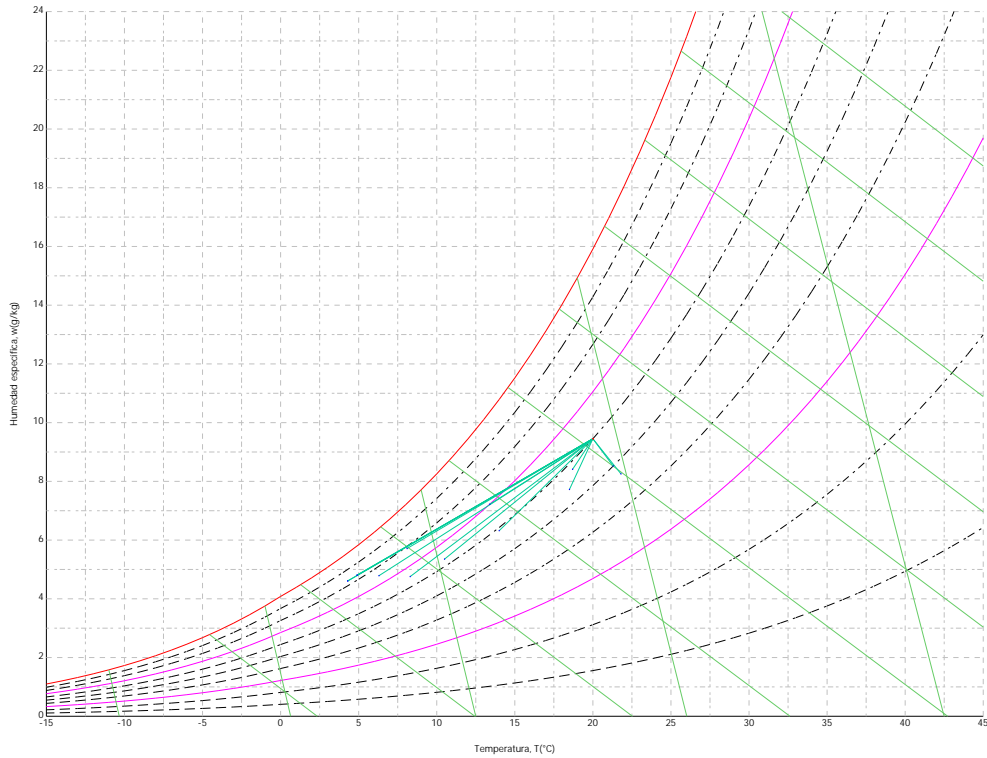
4.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

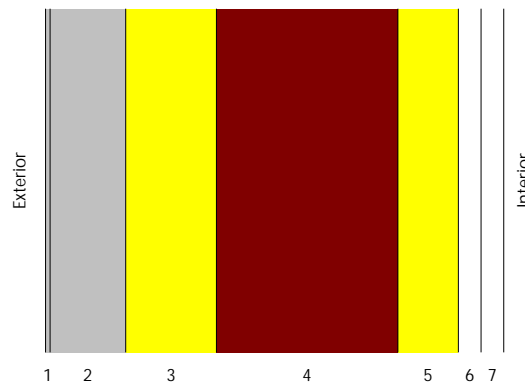
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



4.4.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC ESTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- l : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

4.4.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

4.4.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

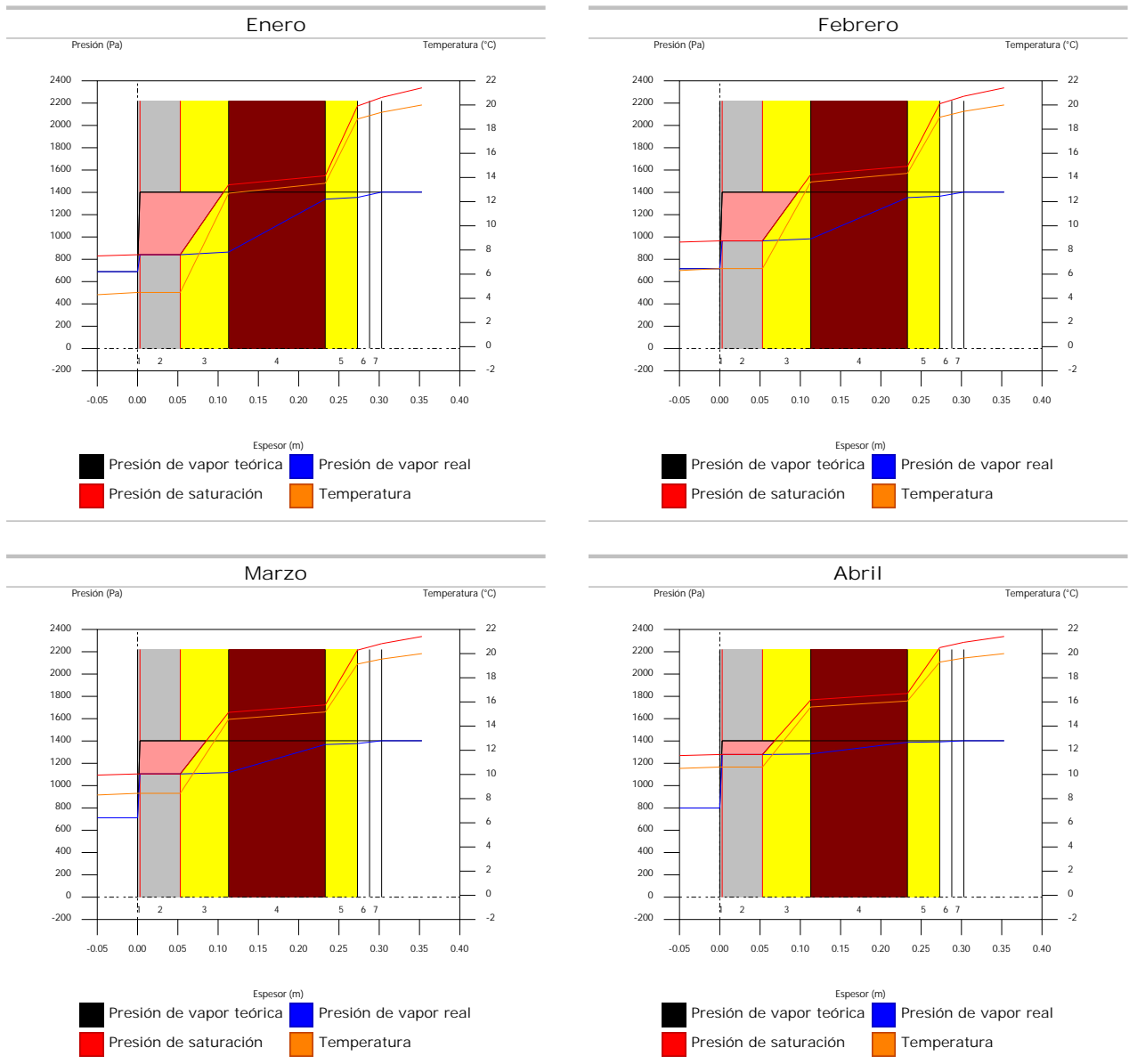
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

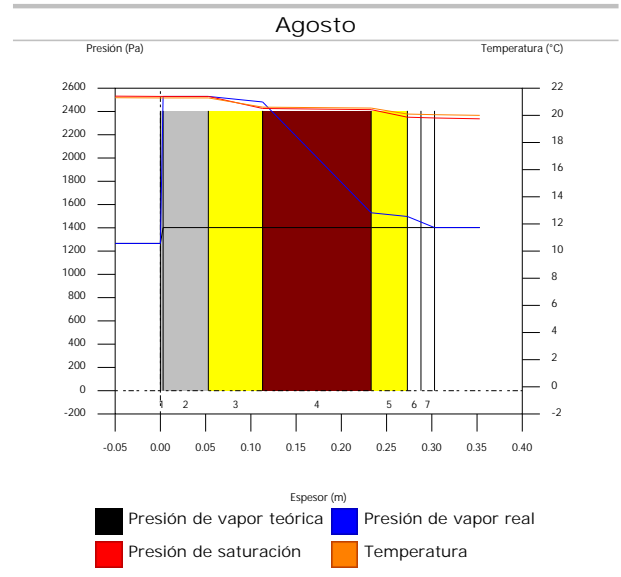
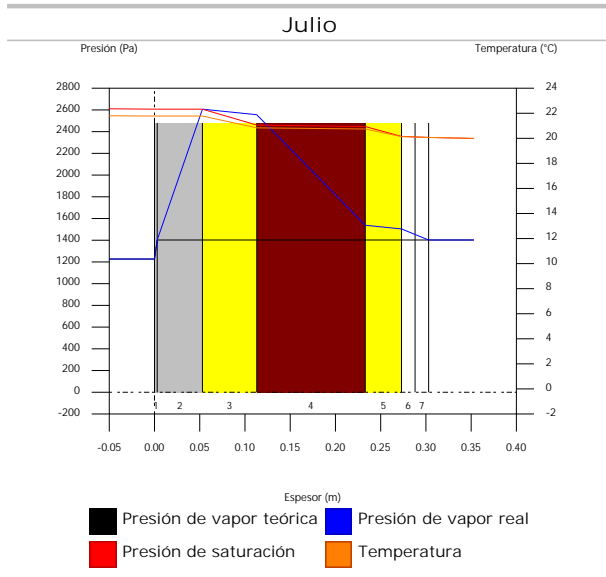
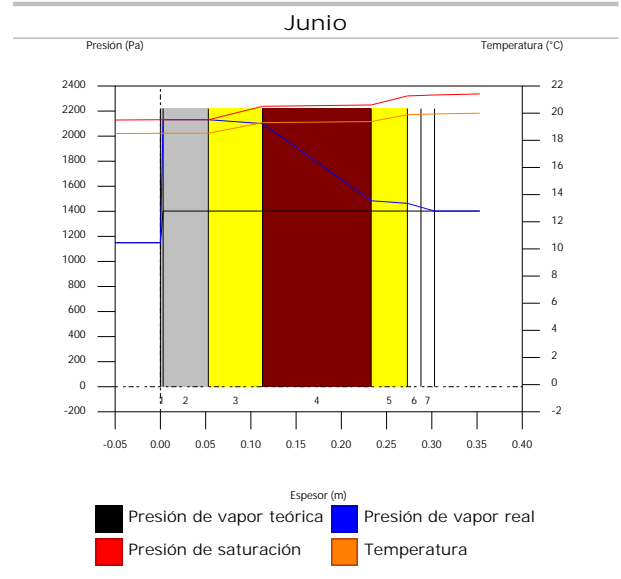
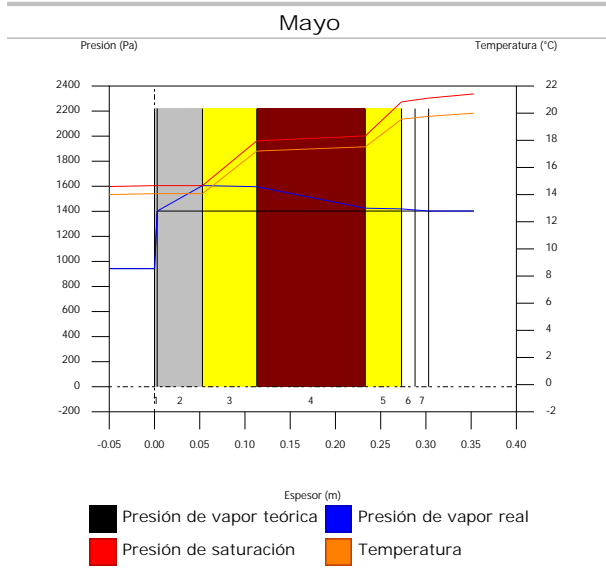
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

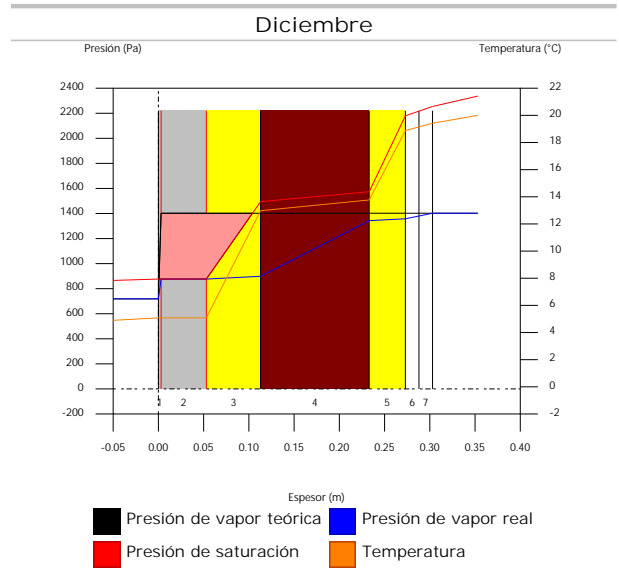
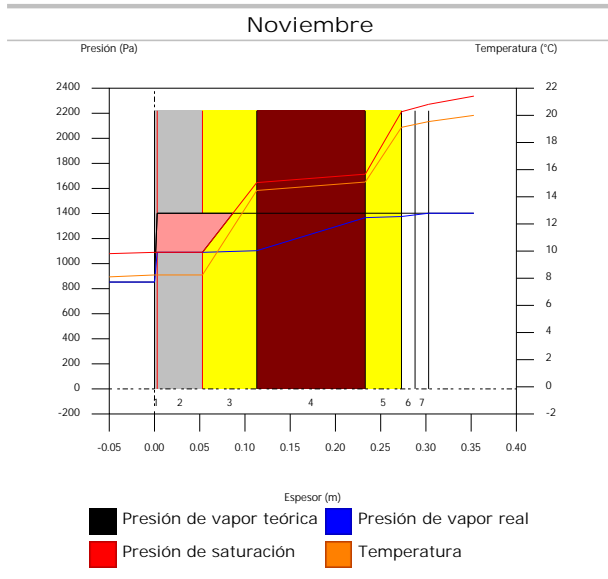
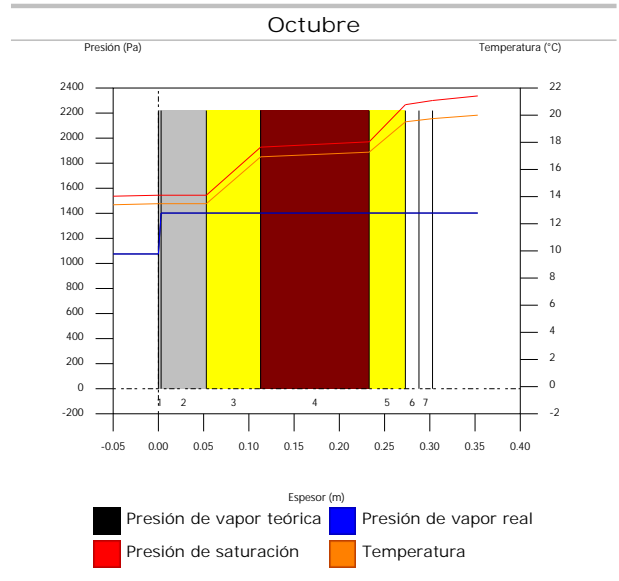
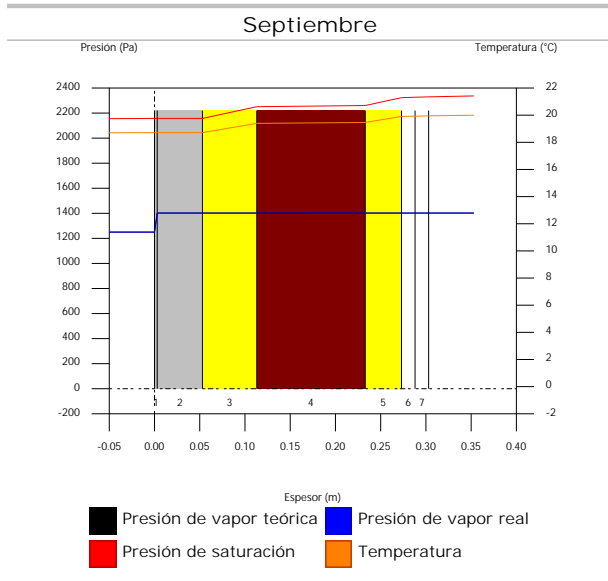
4.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



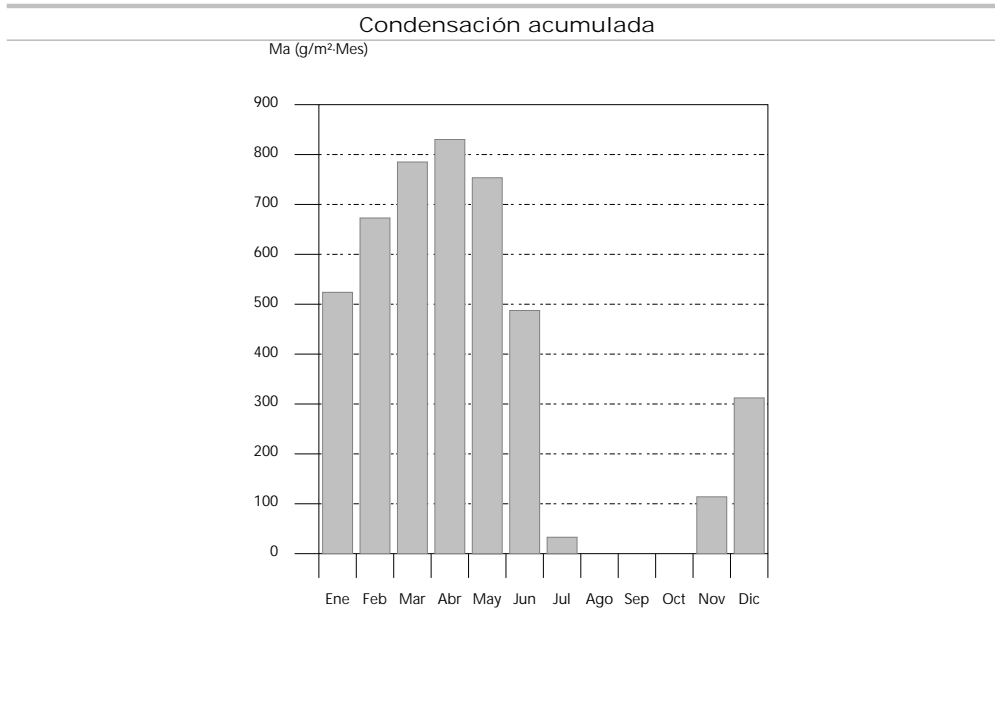
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



4.5. FAC OESTE

4.5.1. Resultados del cálculo de condensaciones

4.5.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.919 \text{ }^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.324 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \in [0.8]$.

4.5.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

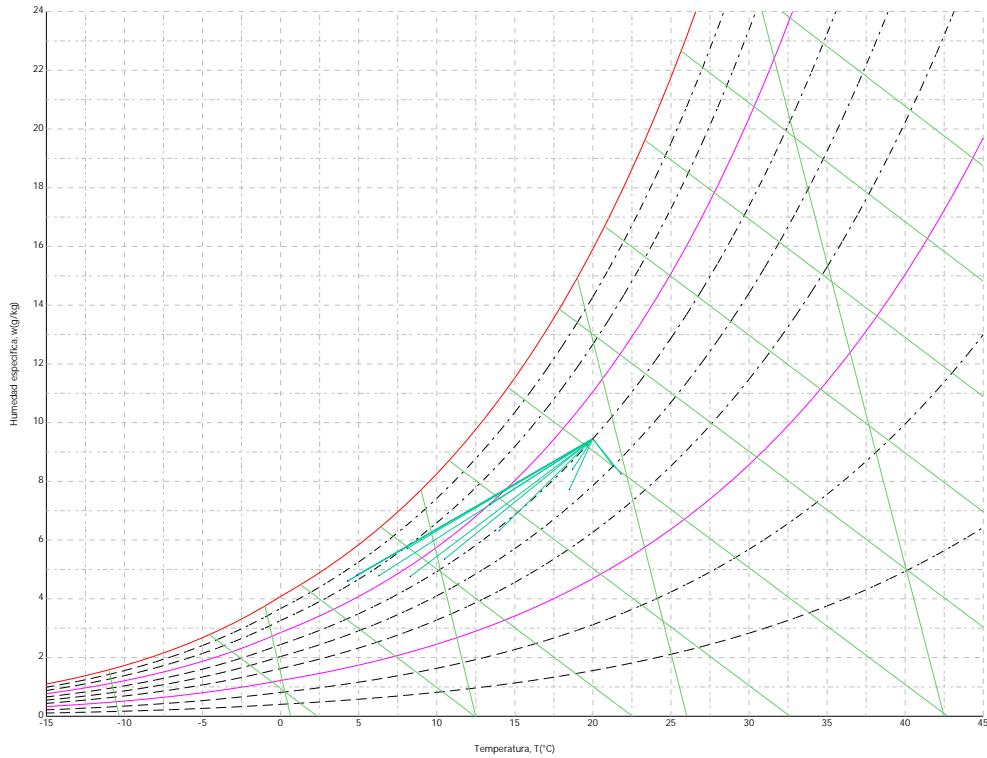
4.5.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

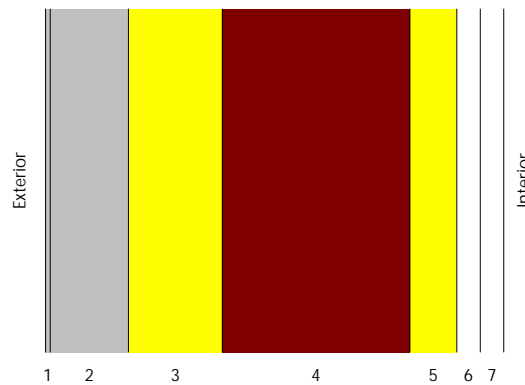
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



4.5.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC OESTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	29.3
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	3.0883
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	3001.42
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.324
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.919

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.324$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

4.5.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.919 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

4.5.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.50	842.098	689.042	81.8	--	--
Interfase 1-2	4.50	842.106	842.106	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.50	842.106	842.106	100.0	212.777	526.466
Interfase 3-4	13.47	1544.065	865.938	56.1	--	--
Interfase 4-5	14.37	1636.678	1342.589	82.0	--	--
Interfase 5-6	18.73	2159.309	1354.506	62.7	--	--
Interfase 6-7	19.03	2200.829	1378.338	62.6	--	--
Cara interior	19.34	2243.045	1402.171	62.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.48	965.972	715.662	74.1	--	--
Interfase 1-2	6.48	965.980	965.980	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.48	965.980	965.980	100.0	149.678	676.144
Interfase 3-4	14.31	1629.718	984.542	60.4	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.162	1355.767	79.1	--	--
Interfase 5-6	18.89	2181.261	1365.048	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.16	2217.774	1383.609	62.4	--	--
Cara interior	19.42	2254.821	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.45	1105.628	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.45	1105.636	1105.636	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.45	1105.636	1105.636	100.0	112.658	788.802
Interfase 3-4	15.14	1719.510	1118.255	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.81	1794.844	1370.624	76.4	--	--
Interfase 5-6	19.05	2203.408	1376.934	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.28	2234.834	1389.552	62.2	--	--
Cara interior	19.51	2266.651	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.62	1279.498	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.62	1279.505	1279.505	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.62	1279.505	1279.505	100.0	45.099	833.901
Interfase 3-4	16.05	1823.265	1284.725	70.5	--	--
Interfase 4-5	16.59	1887.422	1389.121	73.6	--	--
Interfase 5-6	19.23	2227.996	1391.731	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.42	2253.732	1396.951	62.0	--	--
Cara interior	19.60	2279.727	1402.171	61.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.08	1605.805	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.08	1605.811	1401.953	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.08	1605.811	1605.811	100.0	-77.484	756.417
Interfase 3-4	17.51	1999.651	1597.145	79.9	--	--
Interfase 4-5	17.85	2043.334	1423.835	69.7	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.609	1419.502	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.63	2284.085	1410.836	61.8	--	--
Cara interior	19.75	2300.665	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.169	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.170	2131.170	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2131.170	2131.170	100.0	-268.024	488.393
Interfase 3-4	19.38	2248.273	2100.149	93.4	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.287	1479.724	65.5	--	--
Interfase 5-6	19.88	2319.444	1464.213	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.91	2323.635	1433.192	61.7	--	--
Cara interior	19.94	2327.833	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.657	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.654	1402.088	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.654	2606.654	100.0	-457.848	30.545
Interfase 3-4	20.75	2447.390	2555.400	104.4	--	--
Interfase 4-5	20.65	2431.941	1530.307	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.15	2358.112	1504.680	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.11	2353.018	1453.425	61.8	--	--
Cara interior	20.08	2347.934	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.141	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.139	2529.139	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.139	2529.139	100.0	-30.545	--
Interfase 3-4	20.54	2416.264	2481.183	102.7	--	--
Interfase 4-5	20.47	2405.222	1522.061	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.11	2352.217	1498.083	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.08	2348.545	1450.127	61.7	--	--
Cara interior	20.05	2344.879	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.656	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.657	1402.099	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.657	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.46	2259.924	1402.102	62.0	--	--
Interfase 4-5	19.53	2270.380	1402.163	61.8	--	--
Interfase 5-6	19.89	2321.772	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.92	2325.407	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.047	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1545.162	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1545.168	1402.016	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1545.168	1402.017	90.7	--	--
Interfase 3-4	17.26	1968.393	1402.024	71.2	--	--
Interfase 4-5	17.63	2015.832	1402.154	69.6	--	--
Interfase 5-6	19.47	2260.775	1402.158	62.0	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.856	1402.164	61.5	--	--
Cara interior	19.72	2297.064	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.25	1090.906	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.25	1090.913	1090.913	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.25	1090.913	1090.913	100.0	114.437	114.437
Interfase 3-4	15.05	1710.340	1104.158	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.73	1786.629	1369.058	76.6	--	--
Interfase 5-6	19.04	2201.184	1375.681	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.27	2233.123	1388.926	62.2	--	--
Cara interior	19.50	2265.466	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.10	877.698	718.612	81.9	--	--
Interfase 1-2	5.10	877.706	877.706	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.10	877.706	877.706	100.0	199.252	313.689
Interfase 3-4	13.72	1569.336	900.024	57.4	--	--
Interfase 4-5	14.59	1659.594	1346.377	81.1	--	--
Interfase 5-6	18.78	2165.875	1357.535	62.7	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.901	1379.853	62.6	--	--
Cara interior	19.36	2246.572	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

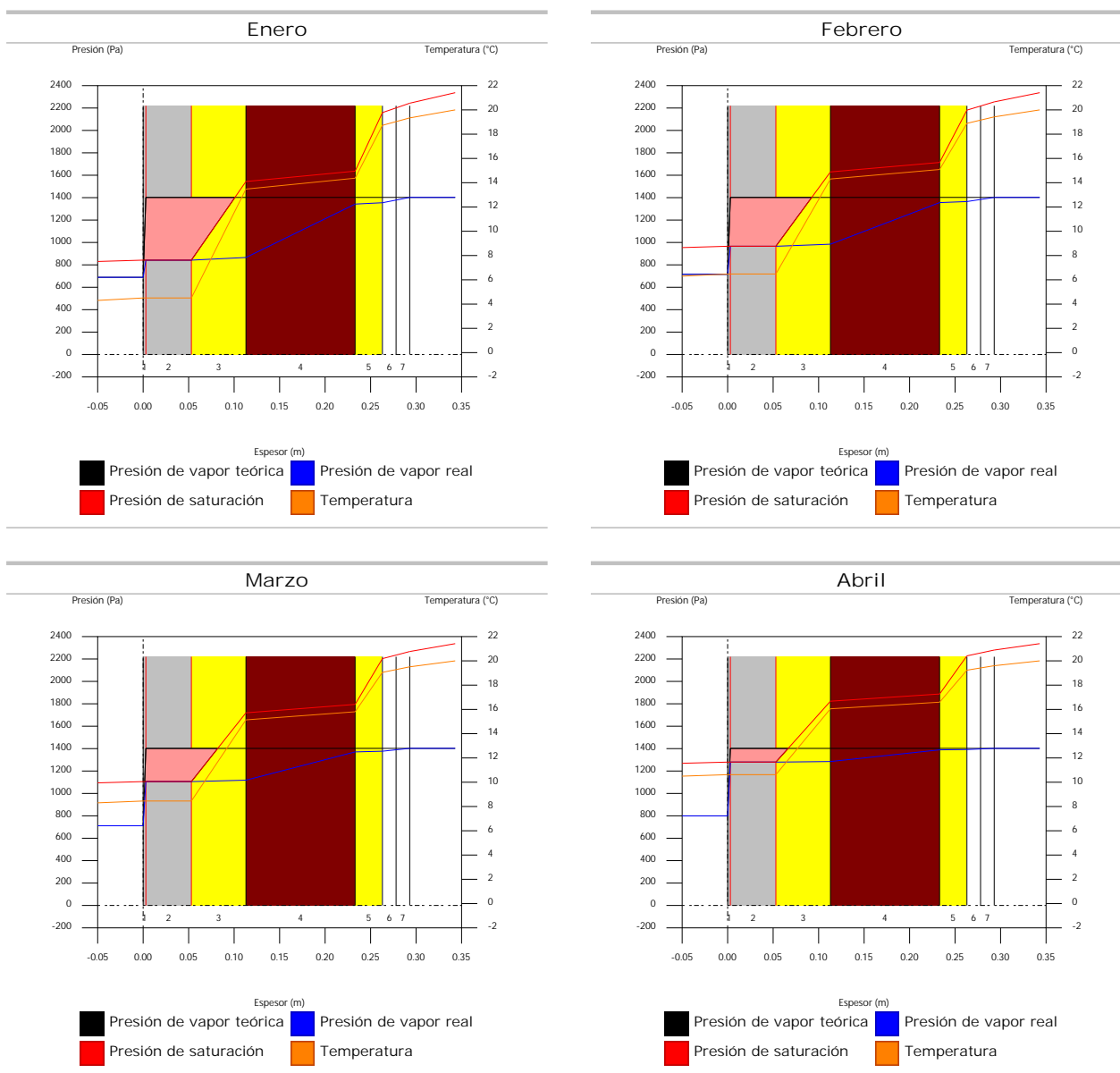
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	212.777	149.678	112.658	45.099	0.036	--	0.215	--	--	--	114.437	199.252
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	77.484	268.060	457.848	30.760	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	526.466	676.144	788.802	833.901	756.453	488.393	30.760	--	--	--	114.437	313.689

donde:

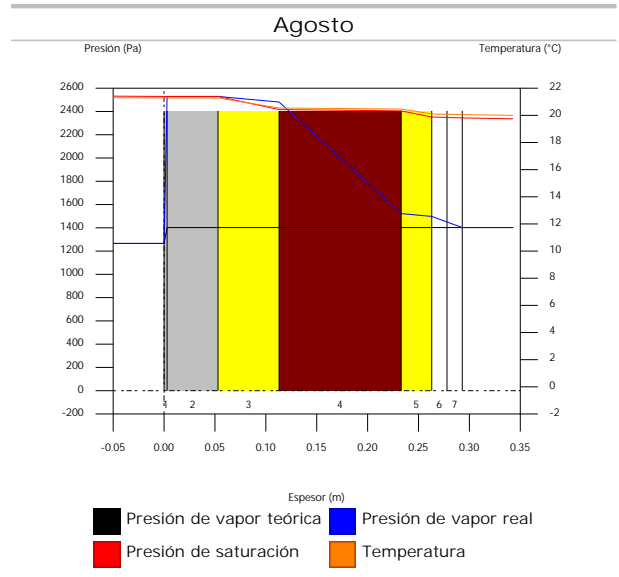
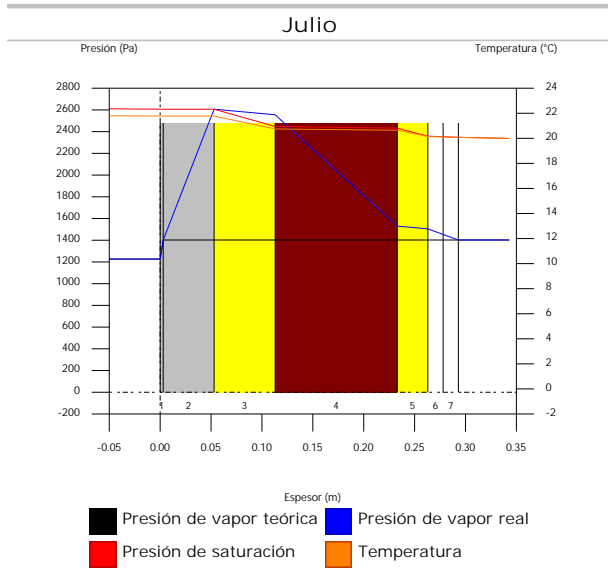
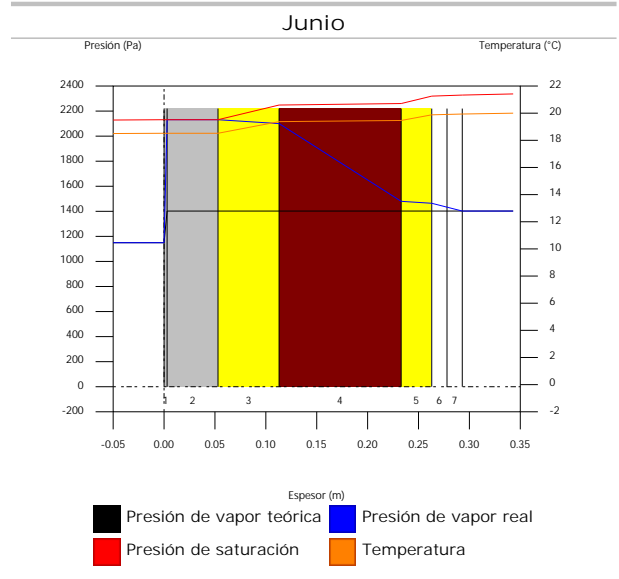
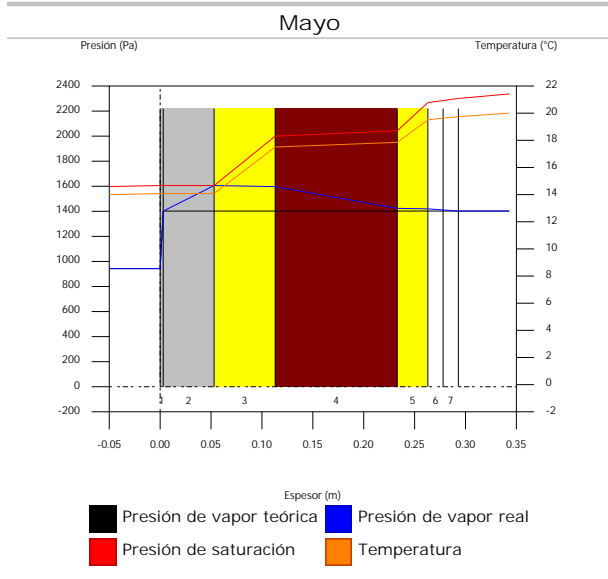
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

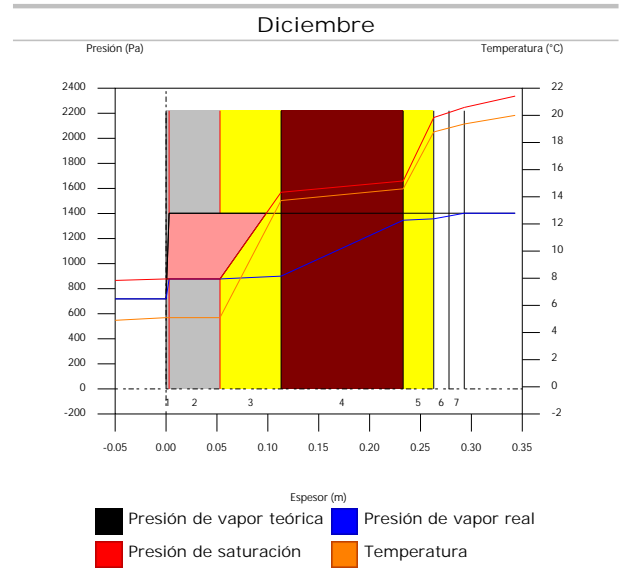
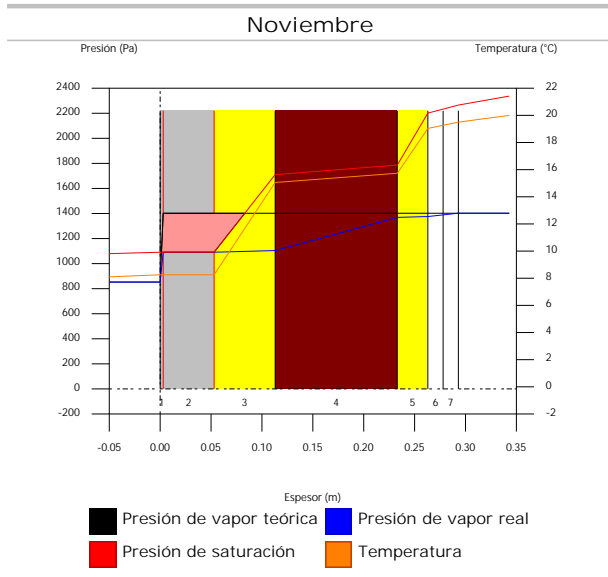
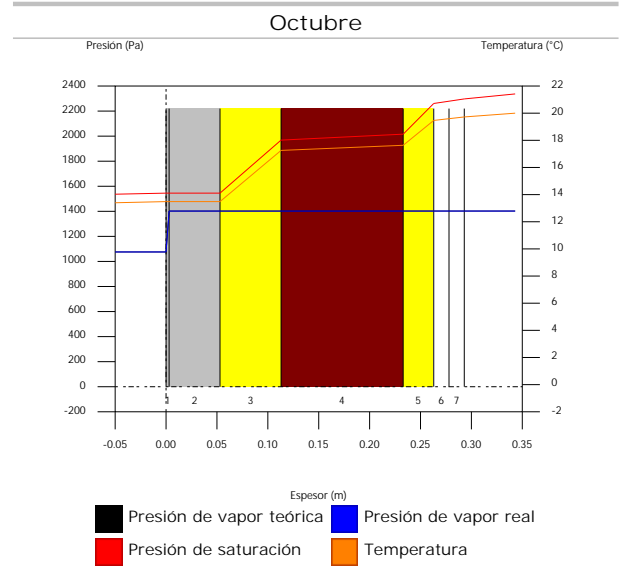
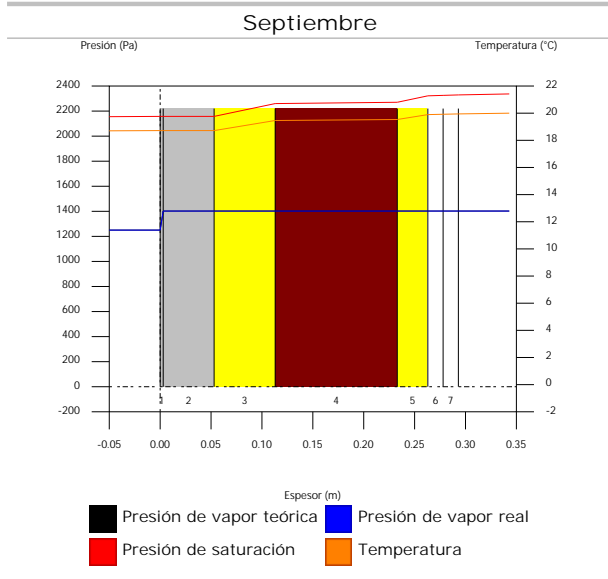
4.5.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



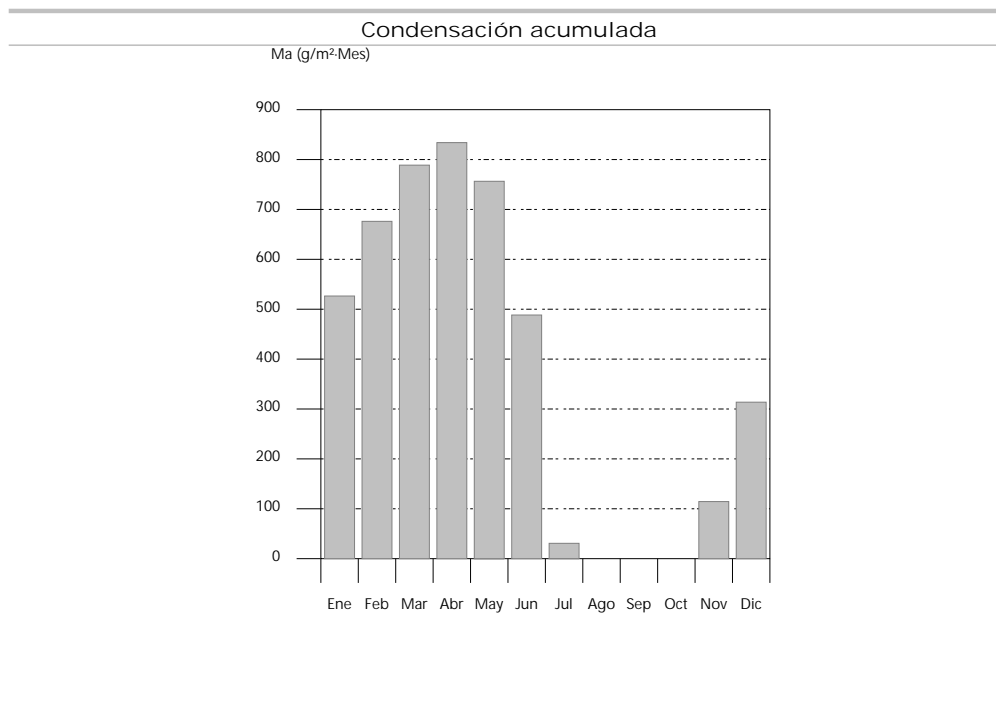
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



4.6. FAC SUR

4.6.1. Resultados del cálculo de condensaciones

4.6.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

4.6.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

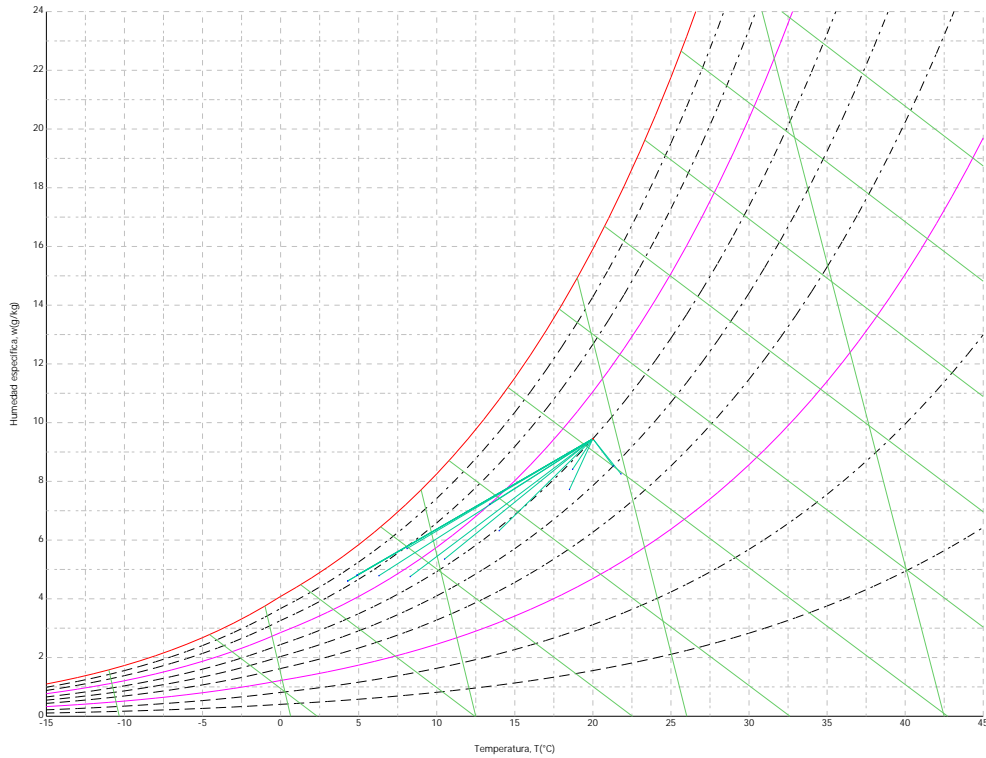
4.6.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

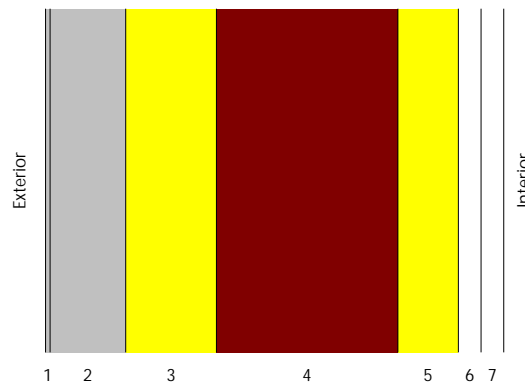
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



4.6.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC SUR		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- l : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

4.6.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

4.6.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

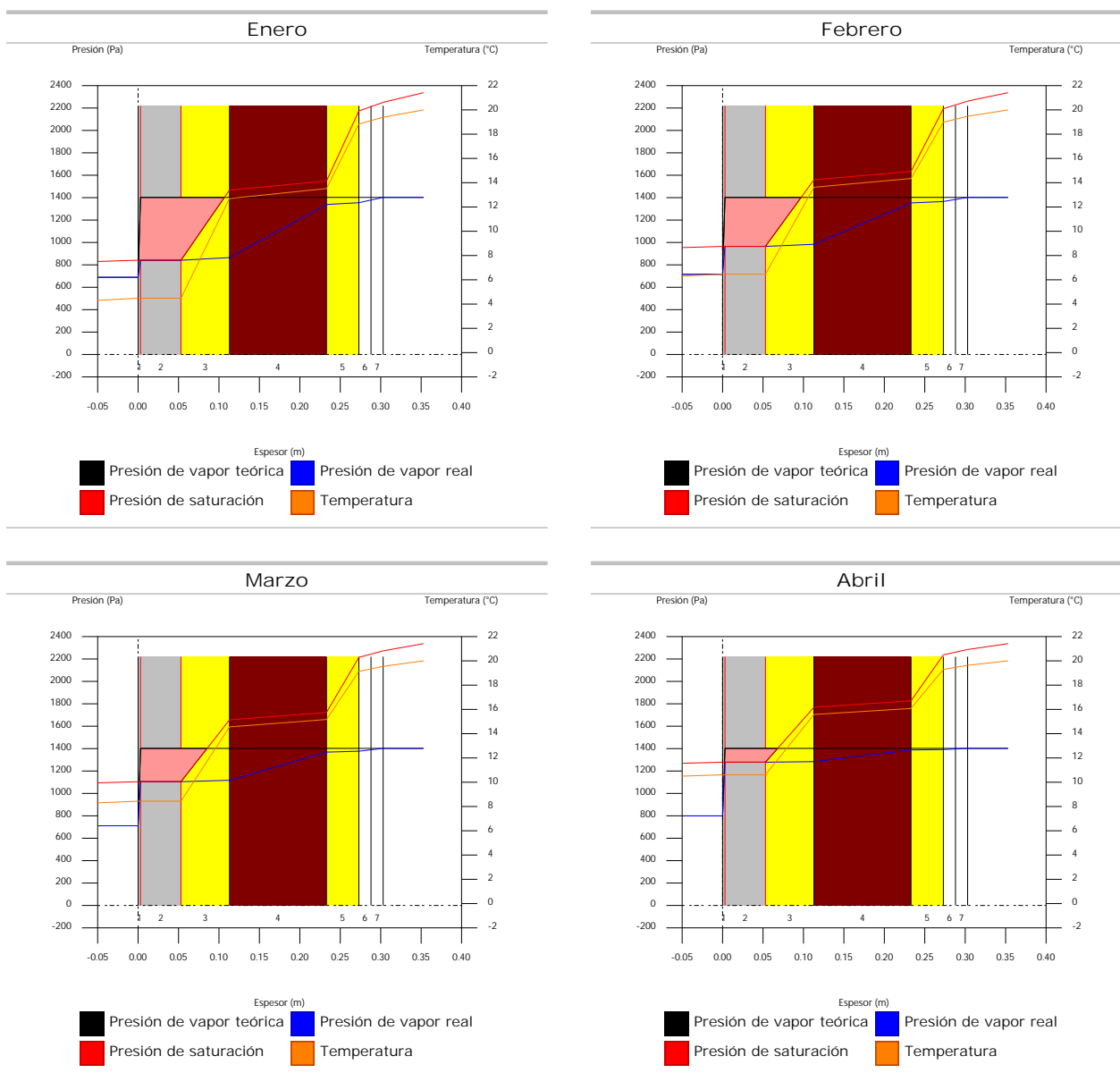
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

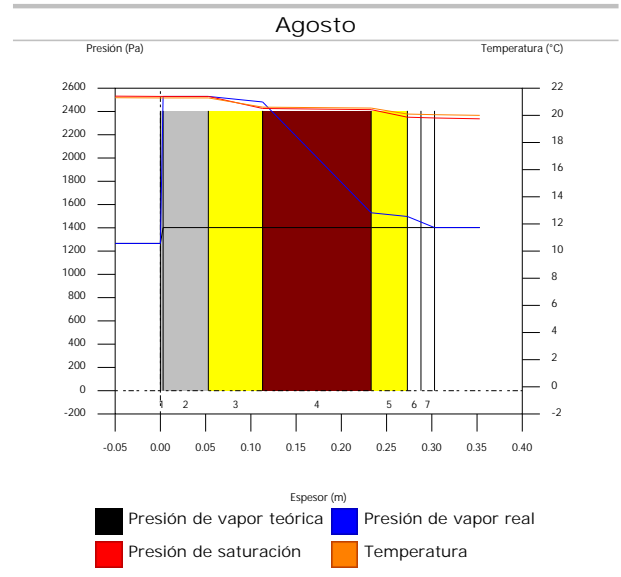
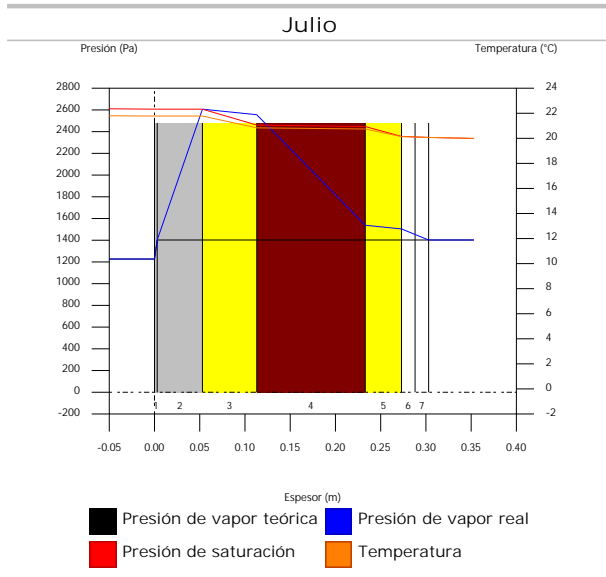
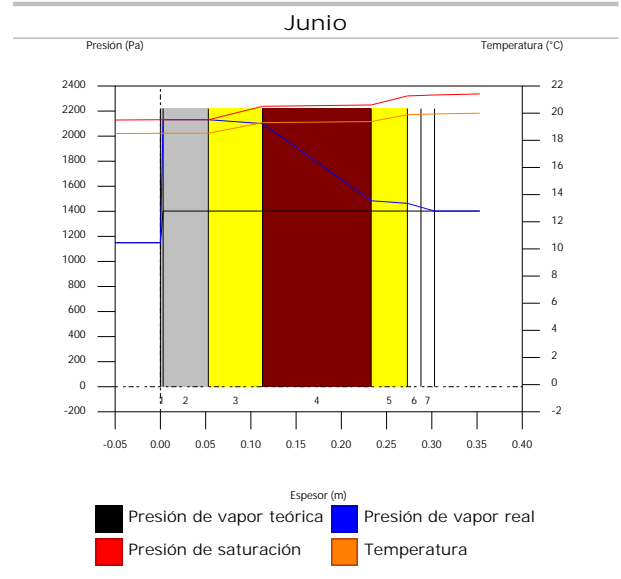
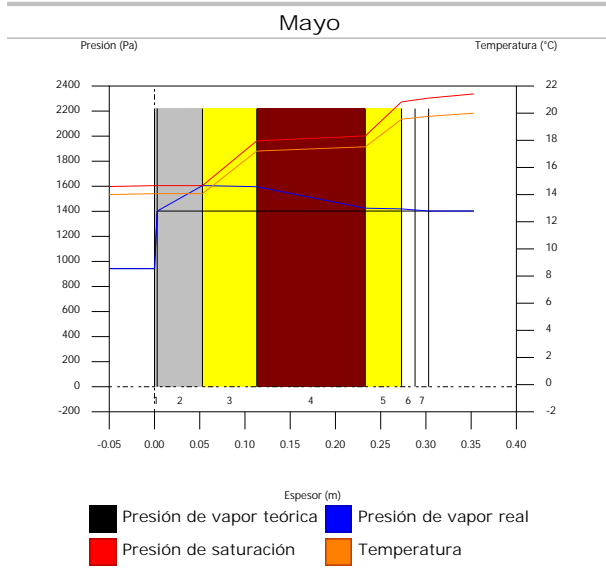
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

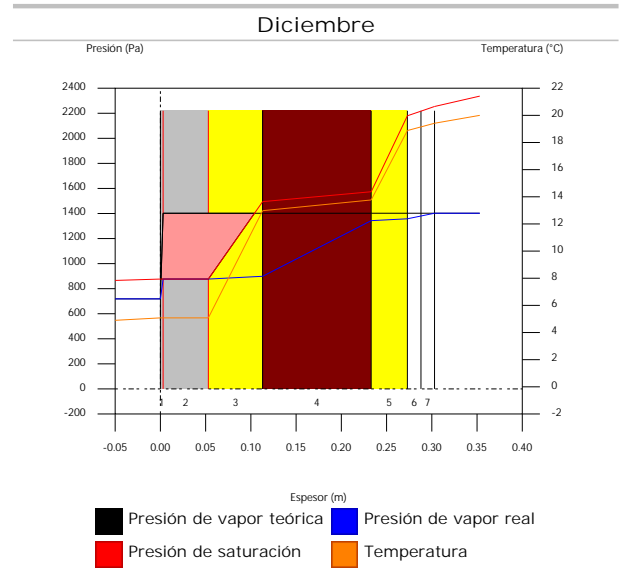
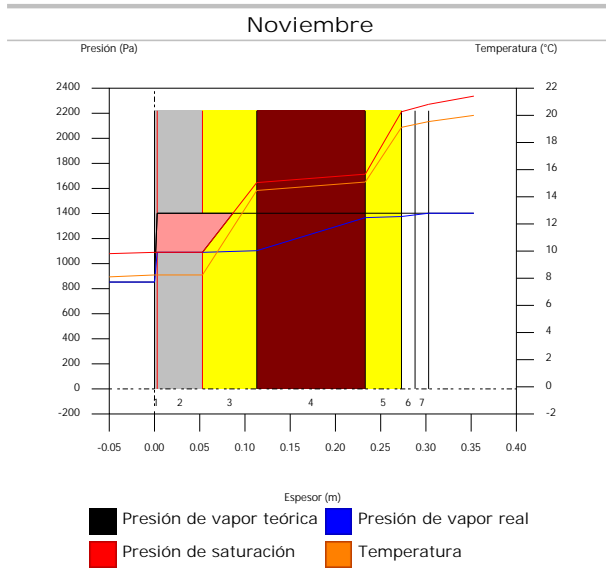
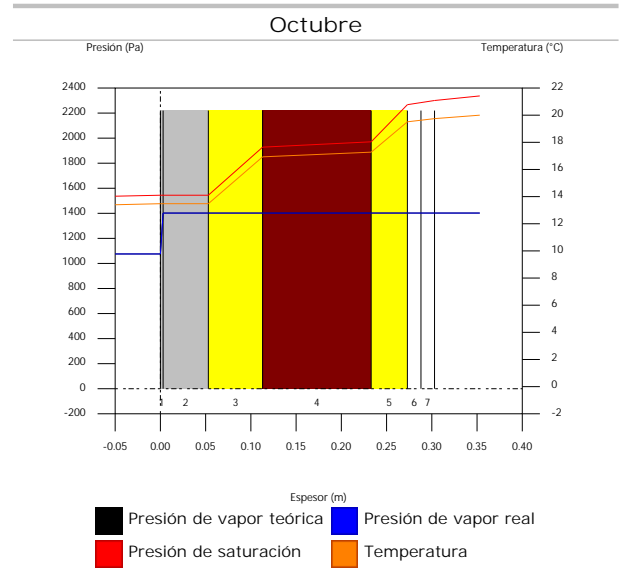
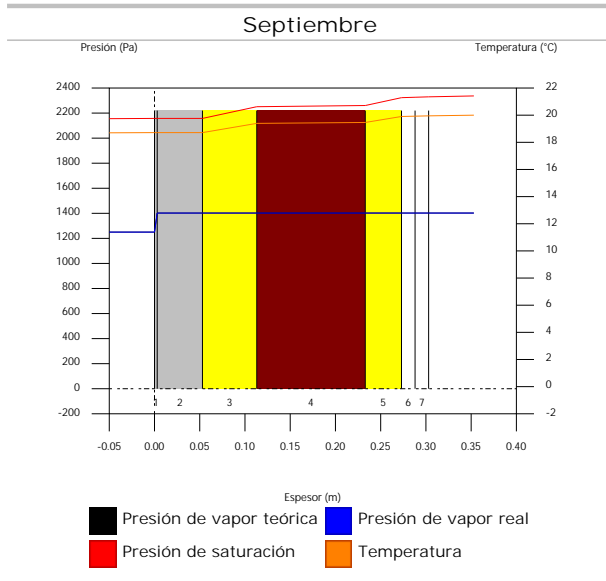
4.6.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



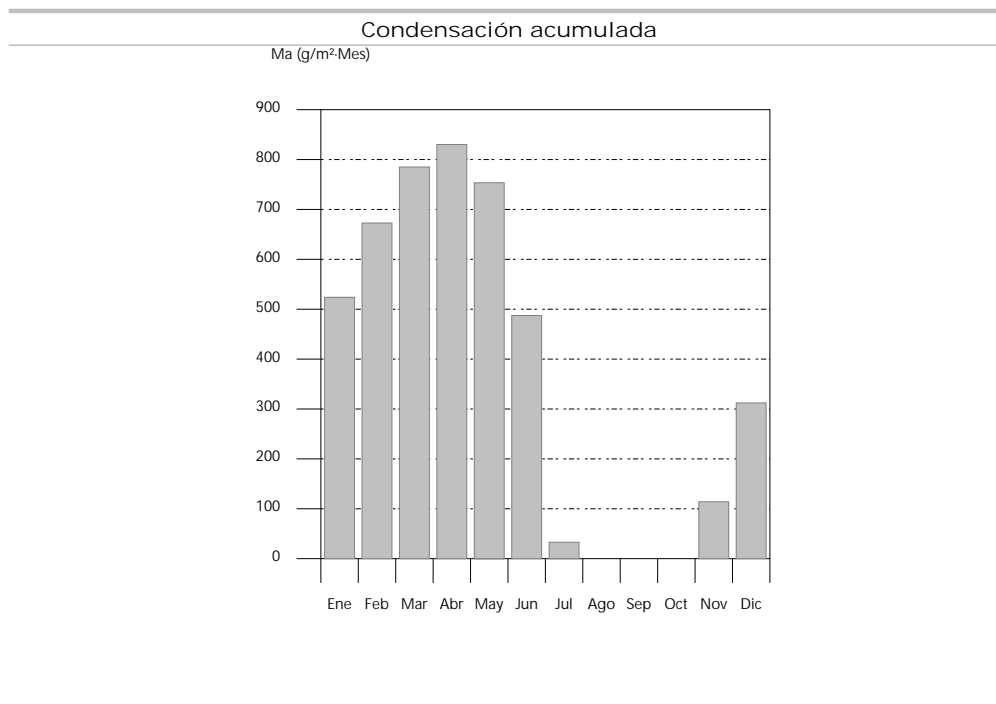
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



4.7. CUB ZINC

4.7.1. Resultados del cálculo de condensaciones

4.7.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.947 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

4.7.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

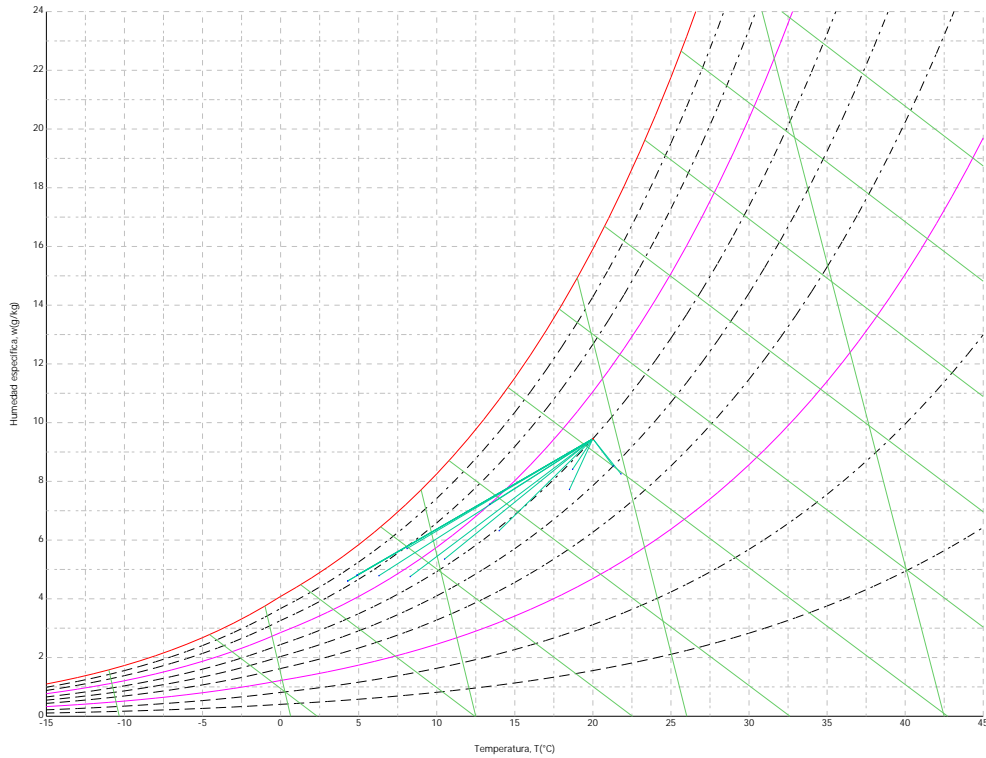
4.7.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

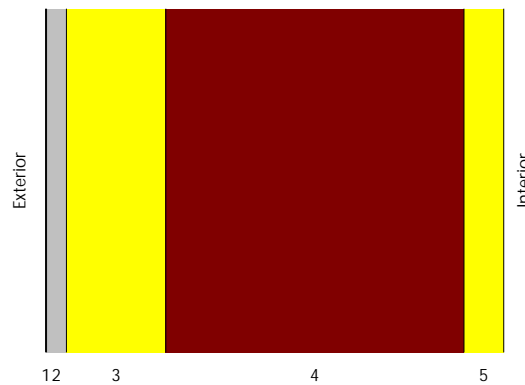
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



4.7.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

CUB ZINC		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.1	110.000	0.00001	1000000	1000
2	Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2.0	0.130	0.15385	30	0.6
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	10.0	0.034	2.94118	20	2
4	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.937	0.32017	10	3
5	MW Lana mineral [0.034 W/[mK]]	4.0	0.034	1.17647	1	0.04
R _{si}				0.10		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

Condensaciones

- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	46.1
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	4.7317
Espesor de aire equivalente total, S _{a,T}	m	1005.64
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.211
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.947

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{a,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.211 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

4.7.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.947 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

4.7.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.43	837.939	689.042	82.2	--	--
Interfase 1-2	4.43	837.940	837.940	100.0	27.128	79.046
Interfase 2-3	4.94	868.415	868.415	100.0	29.523	59.804
Interfase 3-4	14.70	1672.009	1080.223	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.76	1790.134	1397.935	78.1	--	--
Cara interior	19.67	2289.382	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.42	961.875	715.662	74.4	--	--
Interfase 1-2	6.42	961.877	961.877	100.0	24.044	103.089
Interfase 2-3	6.86	991.840	991.840	100.0	15.229	75.033
Interfase 3-4	15.38	1746.229	1154.670	66.1	--	--
Interfase 4-5	16.30	1852.881	1398.914	75.5	--	--
Cara interior	19.71	2295.395	1402.171	61.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.40	1101.686	711.302	64.6	--	--
Interfase 1-2	8.40	1101.688	1101.688	100.0	25.481	128.570
Interfase 2-3	8.78	1130.463	1130.463	100.0	3.188	78.221
Interfase 3-4	16.05	1823.322	1238.283	67.9	--	--
Interfase 4-5	16.84	1917.546	1400.014	73.0	--	--
Cara interior	19.75	2301.421	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.58	1275.857	799.495	62.7	--	--
Interfase 1-2	10.58	1275.859	1275.859	100.0	22.668	151.239
Interfase 2-3	10.89	1302.381	1302.381	100.0	-12.651	65.570
Interfase 3-4	16.79	1911.554	1341.980	70.2	--	--
Interfase 4-5	17.44	1990.954	1401.379	70.4	--	--
Cara interior	19.80	2308.065	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.05	1602.997	942.661	58.8	--	--
Interfase 1-2	14.05	1602.998	1602.998	100.0	17.857	169.096
Interfase 2-3	14.25	1623.395	1623.395	100.0	-41.724	23.846
Interfase 3-4	17.98	2059.639	1535.608	74.6	--	--
Interfase 4-5	18.38	2112.815	1403.926	66.4	--	--
Cara interior	19.87	2318.671	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.51	2130.268	1149.432	54.0	--	--
Interfase 1-2	18.51	2130.269	2130.269	100.0	5.120	174.216
Interfase 2-3	18.56	2136.783	2136.783	100.0	-23.846	--
Interfase 3-4	19.49	2264.728	1845.270	81.5	--	--
Interfase 4-5	19.60	2279.052	1408.001	61.8	--	--
Cara interior	19.97	2332.369	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.946	1226.874	47.0	--	--
Interfase 1-2	21.78	2607.945	2607.945	100.0	-115.263	58.953
Interfase 2-3	21.73	2598.642	2479.671	95.4	--	--
Interfase 3-4	20.61	2426.271	2052.092	84.6	--	--
Interfase 4-5	20.49	2408.124	1410.722	58.6	--	--
Cara interior	20.04	2342.460	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2530.048	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.29	2530.047	2530.047	100.0	-58.953	--
Interfase 2-3	21.25	2523.501	2410.060	95.5	--	--
Interfase 3-4	20.44	2401.165	2010.104	83.7	--	--
Interfase 4-5	20.35	2388.166	1410.170	59.0	--	--
Cara interior	20.03	2340.928	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2156.867	1250.123	58.0	--	--
Interfase 1-2	18.71	2156.867	1401.318	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.75	2162.574	1401.409	64.8	--	--
Interfase 3-4	19.56	2274.244	1401.711	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.65	2286.699	1402.165	61.3	--	--
Cara interior	19.97	2332.980	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.46	1542.175	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.46	1542.177	1400.339	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.67	1563.878	1400.534	89.6	--	--
Interfase 3-4	17.77	2033.562	1401.183	68.9	--	--
Interfase 4-5	18.22	2091.472	1402.158	67.0	--	--
Cara interior	19.86	2316.850	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.20	1086.943	852.829	78.5	--	--
Interfase 1-2	8.20	1086.945	1086.945	100.0	24.872	24.872
Interfase 2-3	8.59	1115.873	1115.873	100.0	4.454	4.454
Interfase 3-4	15.98	1815.481	1229.483	67.7	--	--
Interfase 4-5	16.79	1910.992	1399.898	73.3	--	--
Cara interior	19.75	2300.817	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.03	873.549	718.612	82.3	--	--
Interfase 1-2	5.03	873.550	873.550	100.0	27.045	51.917
Interfase 2-3	5.52	903.936	903.936	100.0	25.827	30.281
Interfase 3-4	14.90	1693.979	1101.648	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.93	1808.760	1398.216	77.3	--	--
Cara interior	19.68	2291.185	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	56.651	39.273	28.670	22.668	17.857	5.120	--	--	--	--	29.326	52.872
g _{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	12.651	41.724	23.846	115.263	58.953	--	--	--	--
M _a (g/m ²)	138.849	178.122	206.792	216.809	192.942	174.216	58.953	--	--	--	29.326	82.199

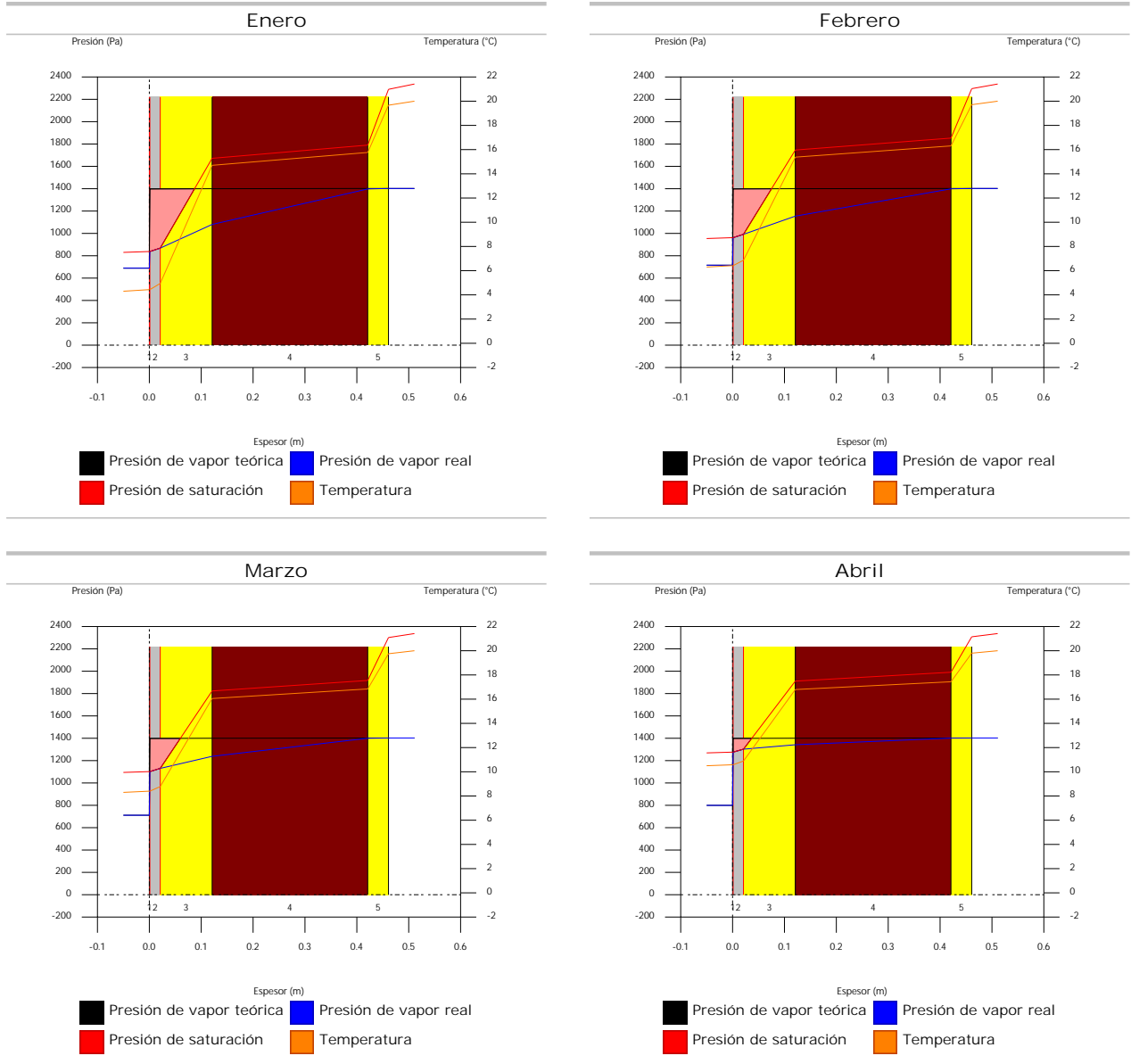
Condensaciones

donde:

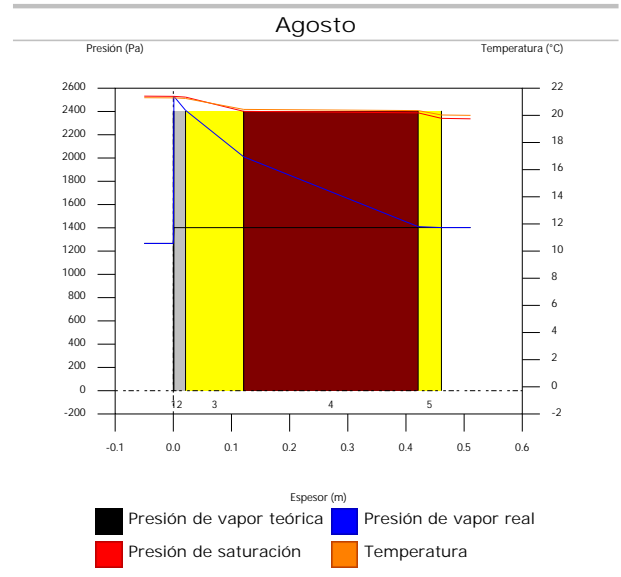
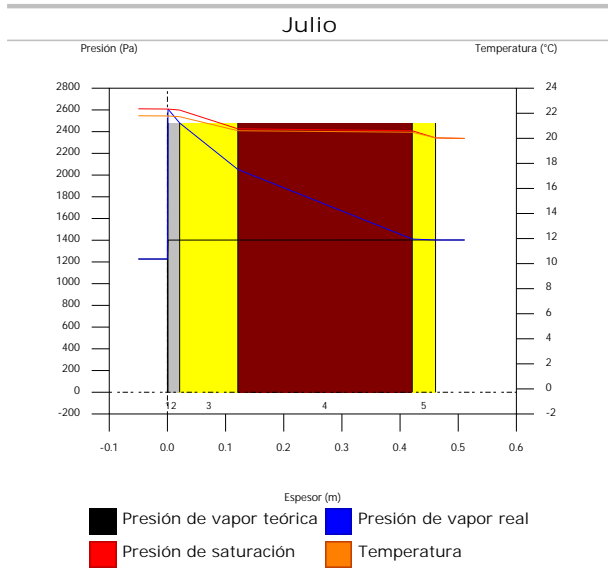
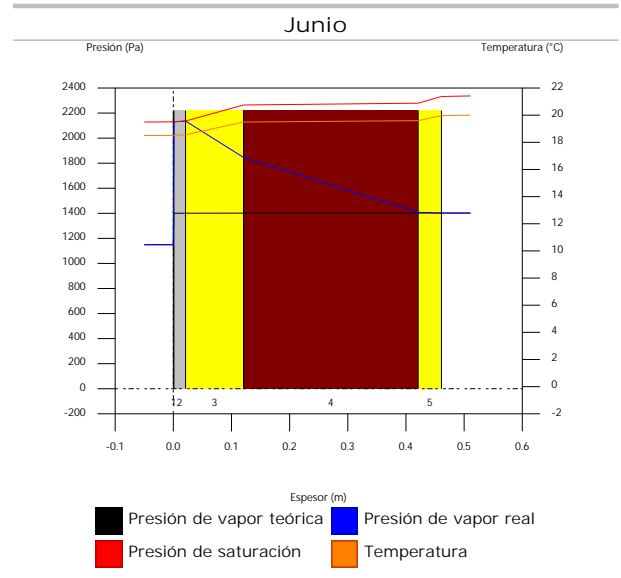
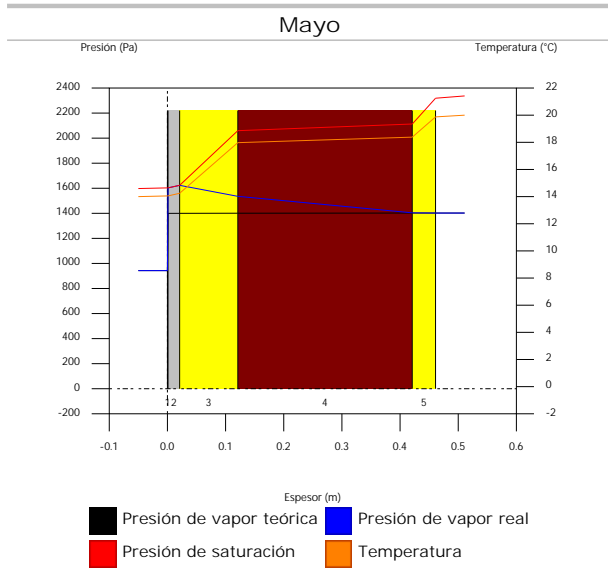
- g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- M_s : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

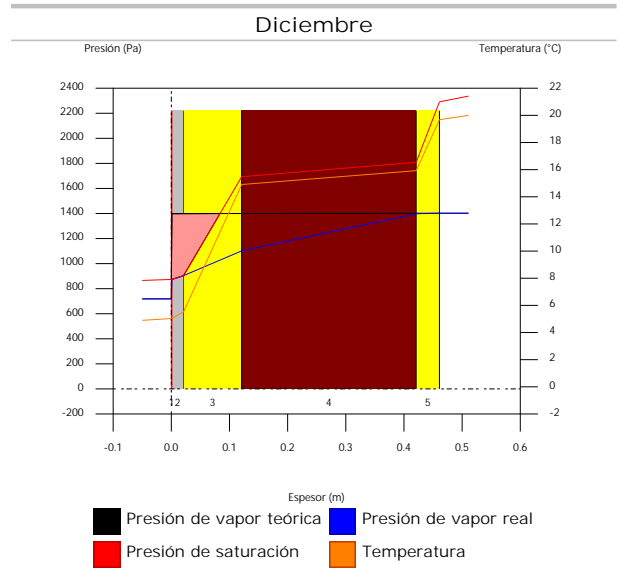
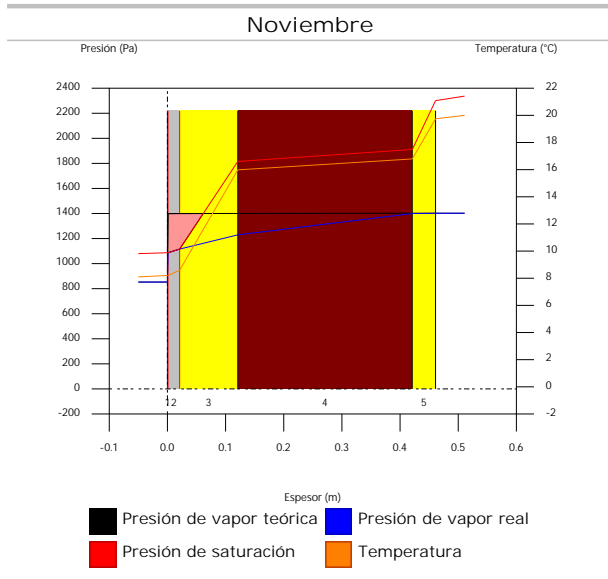
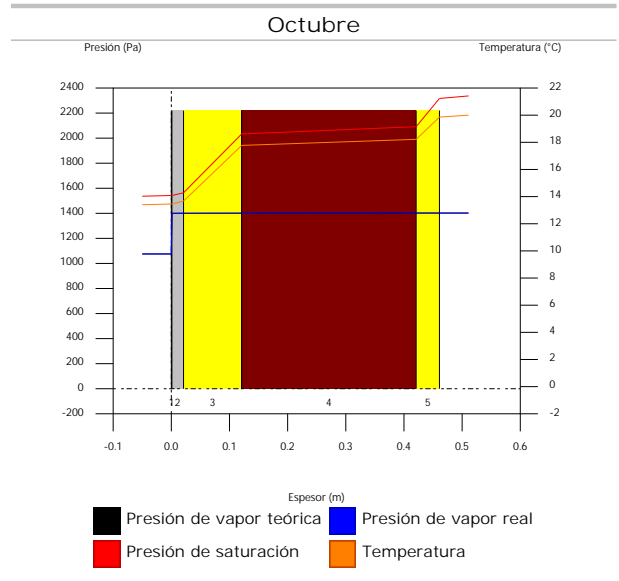
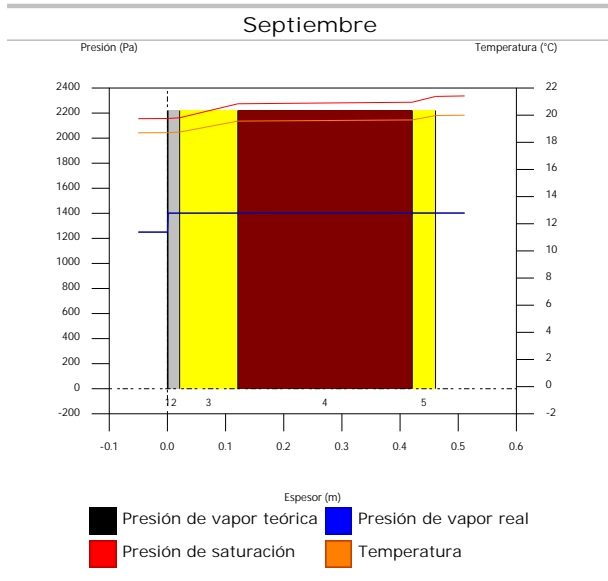
4.7.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



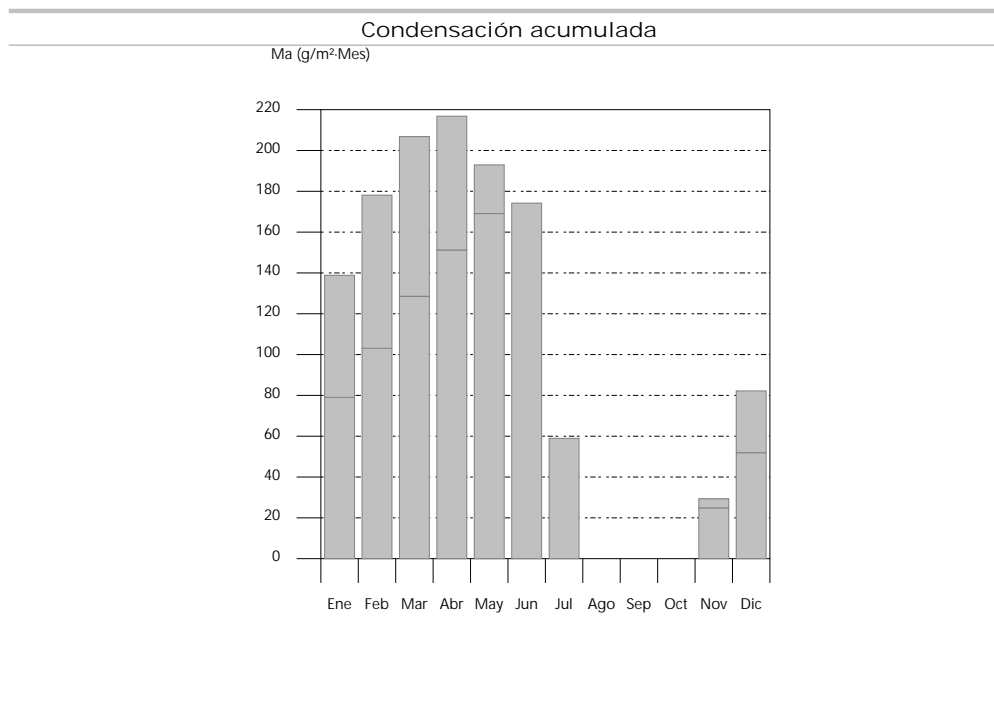
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



5. ZONA 5

5.1. FAC SUR

5.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

5.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{sl,crit} \leq 0.8$.

5.1.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

5.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

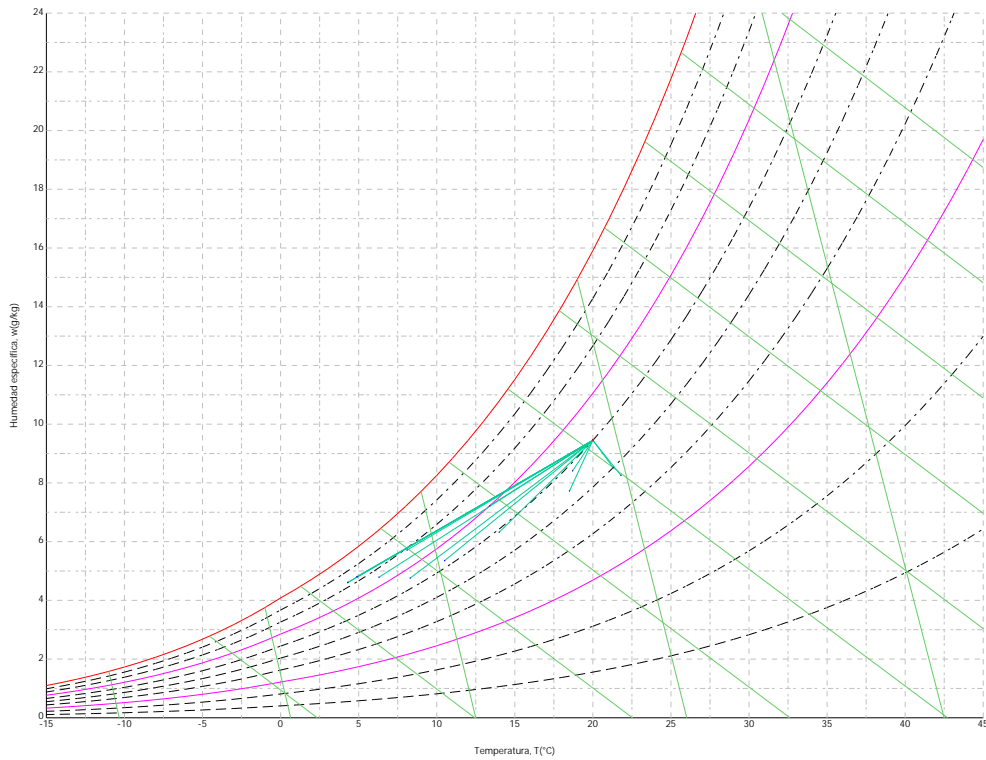
Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición

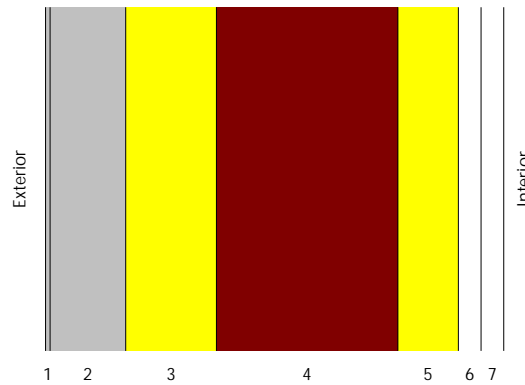
Condensaciones

exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



5.1.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC SUR		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R _{si}				0.13		

Condensaciones

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.296 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

5.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Condensaciones

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

5.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

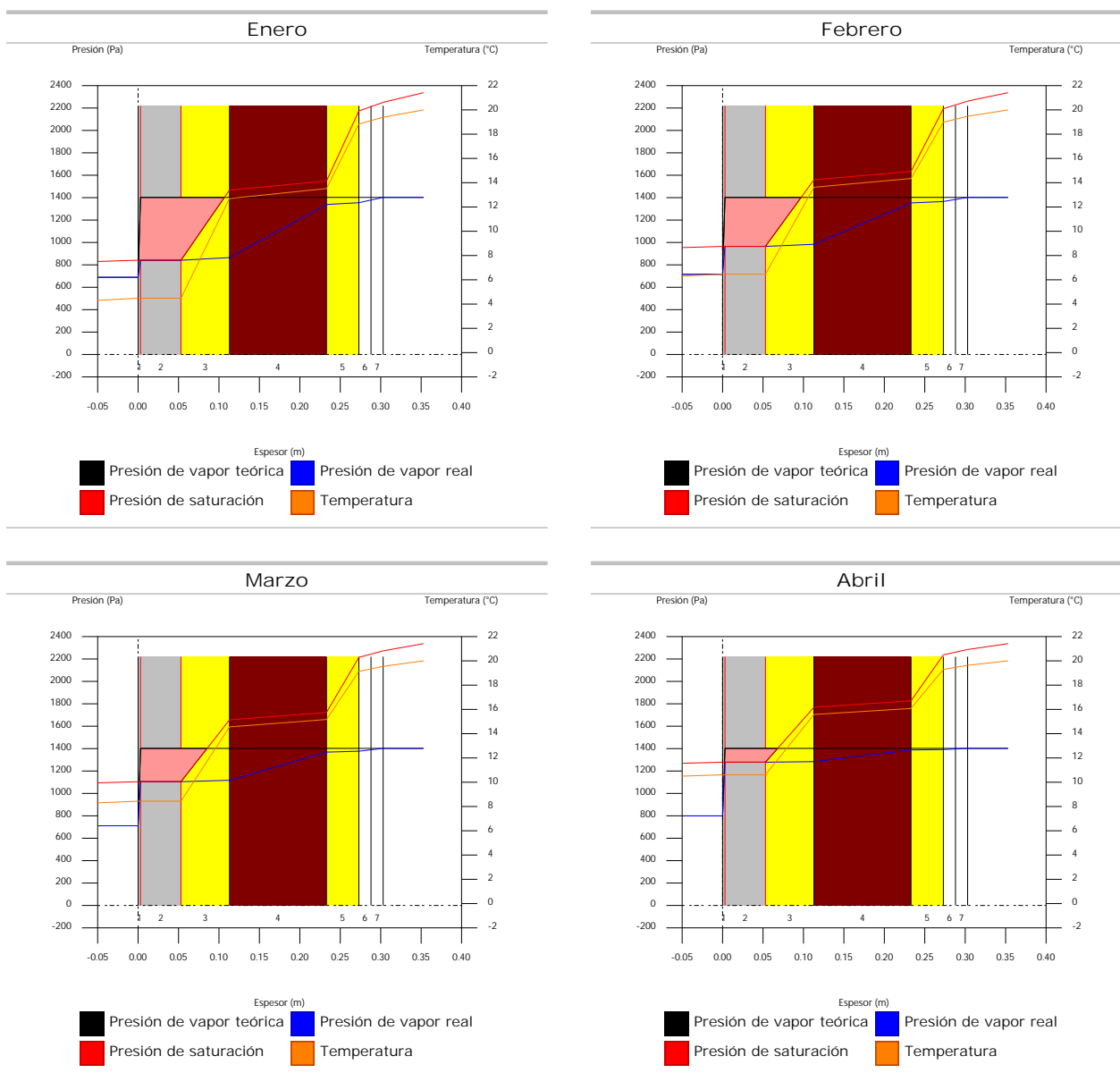
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

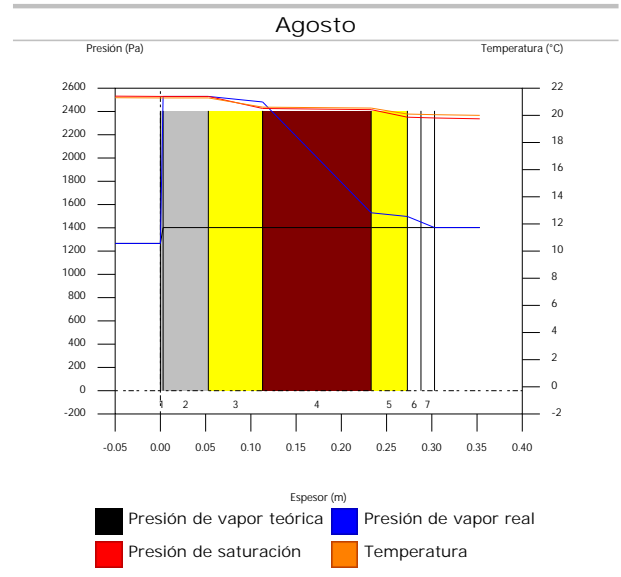
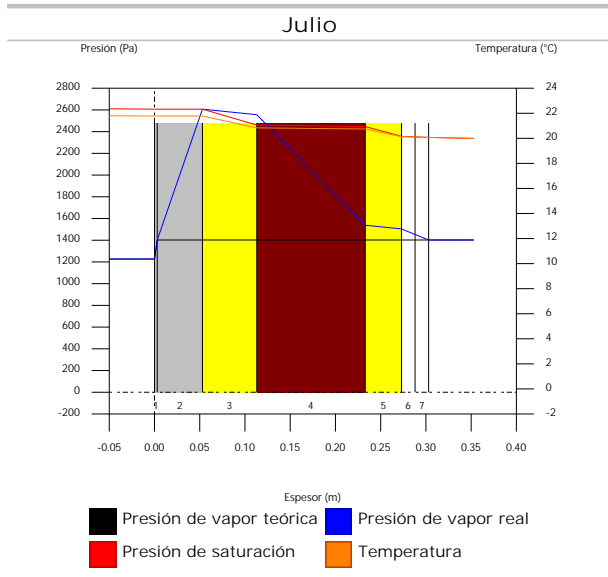
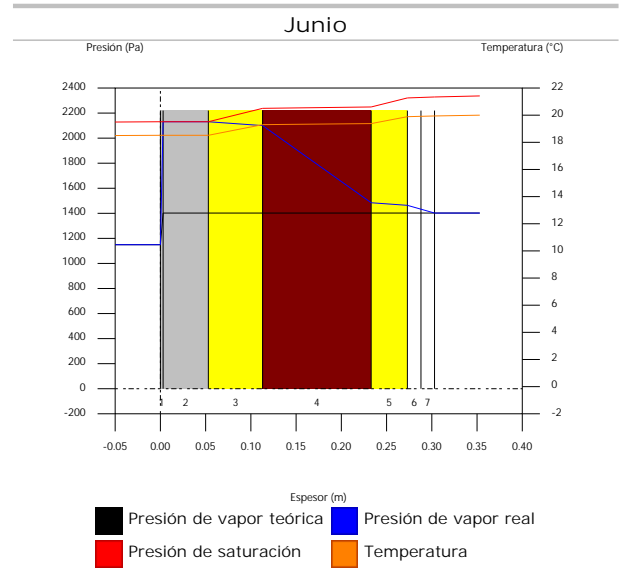
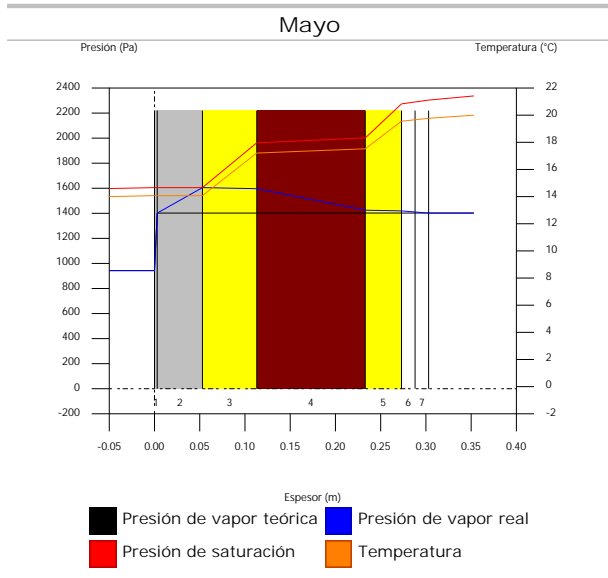
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

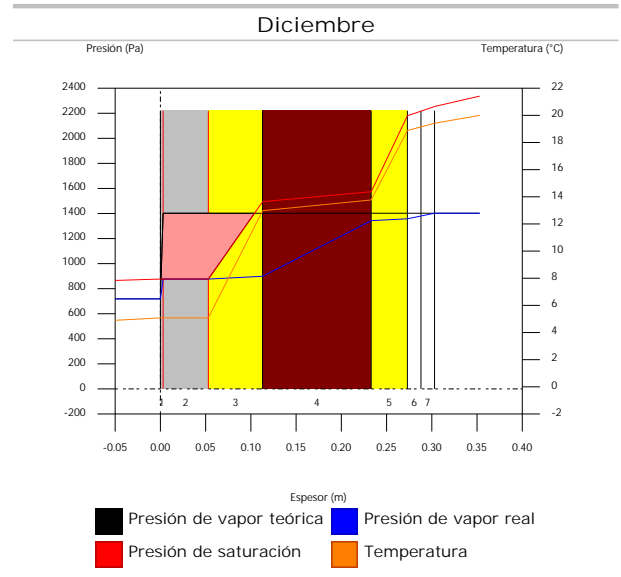
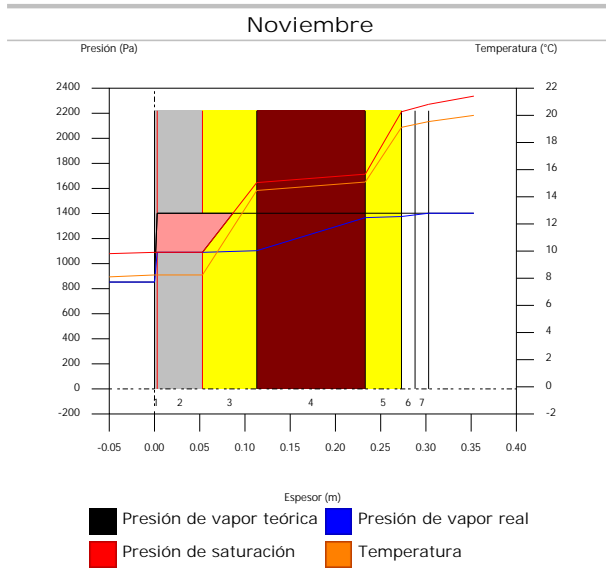
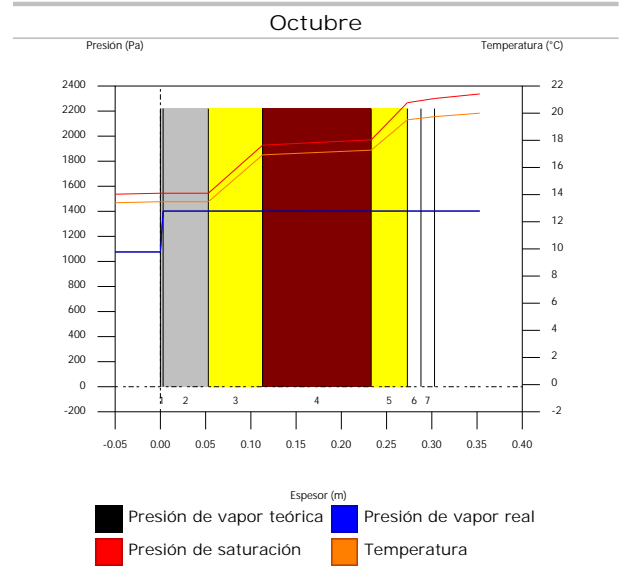
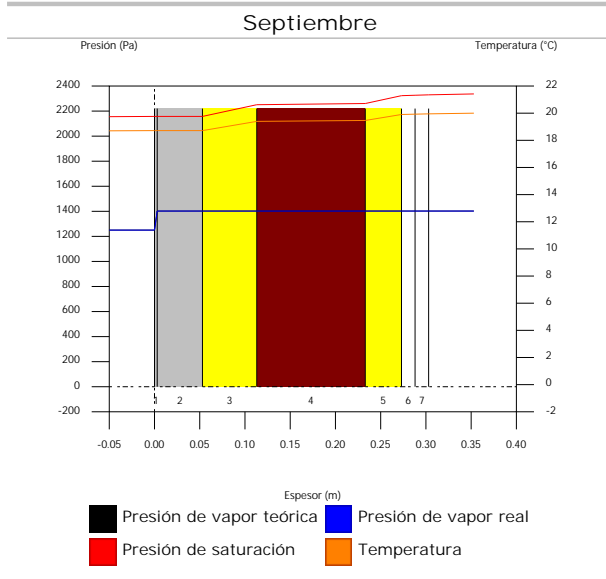
5.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



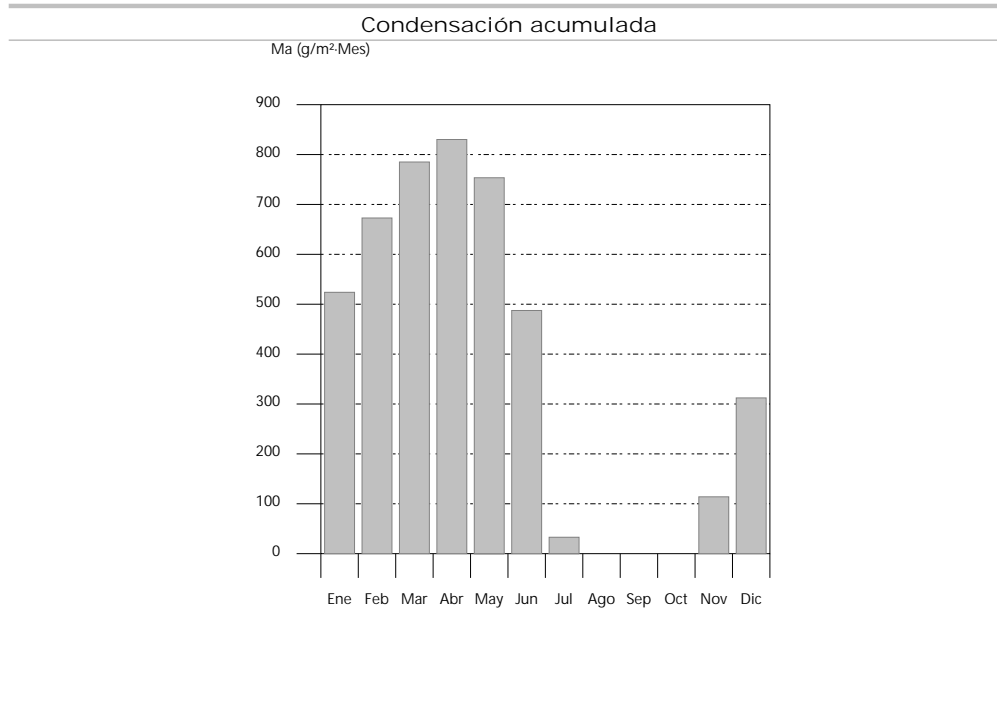
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



5.2. FAC OESTE PB

5.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

5.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.927 \text{ }^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.291 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \in [0.8]$.

5.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

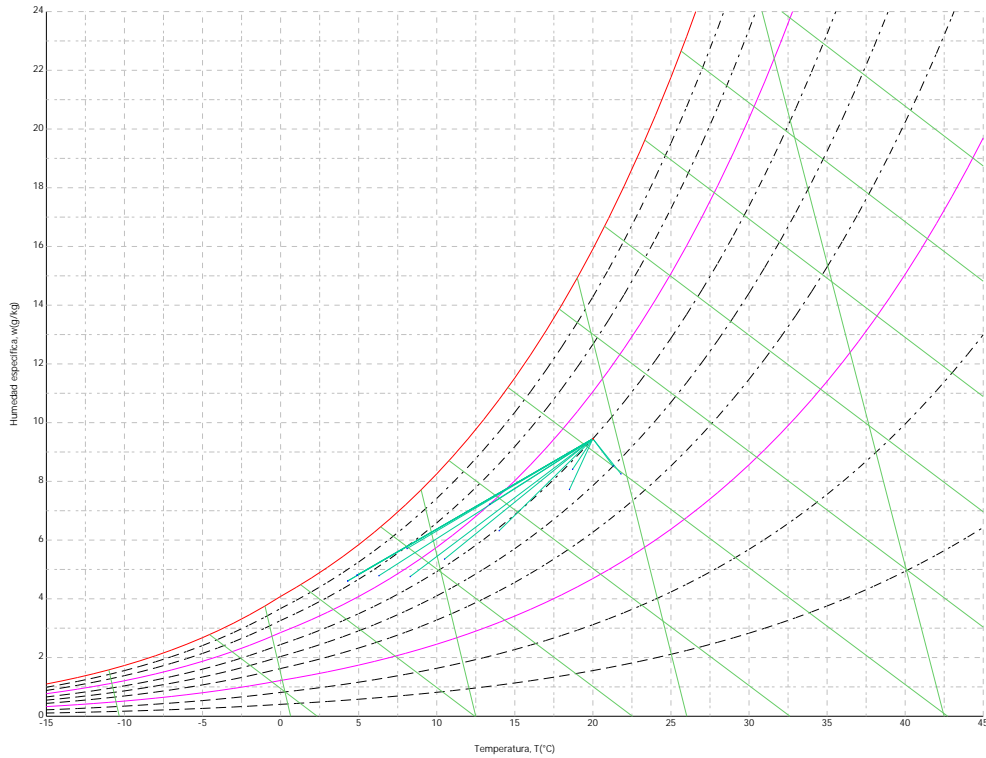
5.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

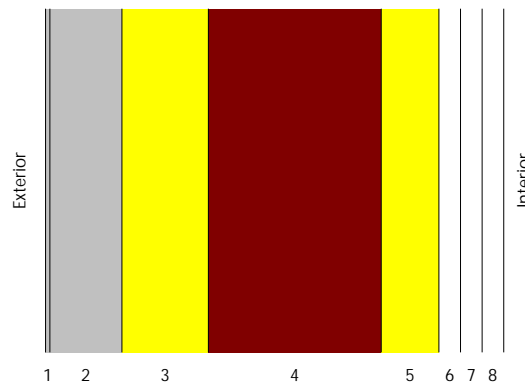
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



5.2.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC OESTE PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

Condensaciones

- e: Espesor, cm.
 l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_{ai}: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	31.8
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.4341
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.49
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.291
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.927

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
 R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
 S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.291 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

5.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e > q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i: Temperatura del aire interior, °C.
 j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.927 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento

Condensaciones

constructivo.

5.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.48	840.890	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.48	840.898	840.898	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.48	840.898	840.898	100.0	203.150	502.842
Interfase 3-4	12.55	1453.552	863.652	59.4	--	--
Interfase 4-5	13.36	1532.350	1318.738	86.1	--	--
Interfase 5-6	18.58	2139.630	1333.908	62.3	--	--
Interfase 6-7	18.86	2176.641	1356.662	62.3	--	--
Interfase 7-8	19.13	2214.211	1379.416	62.3	--	--
Cara interior	19.41	2252.347	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.783	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.790	964.790	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.790	964.790	100.0	142.988	645.830
Interfase 3-4	13.50	1546.612	982.522	63.5	--	--
Interfase 4-5	14.20	1618.994	1337.155	82.6	--	--
Interfase 5-6	18.76	2163.928	1348.976	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.00	2196.513	1366.707	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.24	2229.526	1384.439	62.1	--	--
Cara interior	19.48	2262.973	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

Condensaciones

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.484	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.491	1104.491	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.491	1104.491	100.0	107.744	753.574
Interfase 3-4	14.45	1644.861	1116.560	67.9	--	--
Interfase 4-5	15.05	1709.907	1357.921	79.4	--	--
Interfase 5-6	18.94	2188.466	1365.966	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.543	1378.035	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.35	2244.934	1390.103	61.9	--	--
Cara interior	19.56	2273.644	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.442	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.448	1278.448	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.448	1278.448	100.0	43.336	796.910
Interfase 3-4	15.49	1759.217	1283.464	73.0	--	--
Interfase 4-5	15.98	1815.053	1383.779	76.2	--	--
Interfase 5-6	19.14	2215.738	1387.123	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.31	2238.760	1392.139	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.47	2261.991	1397.155	61.8	--	--
Cara interior	19.64	2285.432	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1604.991	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1604.996	1401.943	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1604.996	1604.996	100.0	-73.530	723.380
Interfase 3-4	17.15	1955.534	1596.773	81.7	--	--
Interfase 4-5	17.46	1994.023	1432.320	71.8	--	--
Interfase 5-6	19.46	2259.740	1426.839	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.56	2274.507	1418.616	62.4	--	--
Interfase 7-8	19.67	2289.359	1410.393	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2304.296	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.908	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.909	2130.909	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.909	2130.909	100.0	-255.255	468.124
Interfase 3-4	19.29	2235.963	2101.366	94.0	--	--
Interfase 4-5	19.37	2246.713	1510.497	67.2	--	--
Interfase 5-6	19.86	2317.435	1490.801	64.3	--	--
Interfase 6-7	19.89	2321.201	1461.258	63.0	--	--
Interfase 7-8	19.92	2324.973	1431.714	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.750	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.030	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2607.028	1402.084	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2607.028	2607.028	100.0	-436.340	31.785
Interfase 3-4	20.85	2463.384	2558.183	103.8	--	--
Interfase 4-5	20.76	2449.408	1581.271	64.6	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.560	1548.707	65.6	--	--
Interfase 6-7	20.13	2355.974	1499.862	63.7	--	--
Interfase 7-8	20.10	2351.396	1451.016	61.7	--	--
Cara interior	20.07	2346.826	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.404	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.402	2529.402	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.402	2529.402	100.0	-31.785	--
Interfase 3-4	20.62	2427.678	2483.704	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.55	2417.705	1569.732	64.9	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.981	1539.266	65.4	--	--
Interfase 6-7	20.09	2350.676	1493.568	63.5	--	--
Interfase 7-8	20.07	2347.376	1447.869	61.7	--	--
Cara interior	20.05	2344.080	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.427	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.428	1402.095	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.428	1402.096	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.38	2249.203	1402.099	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.45	2258.566	1402.160	62.1	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.029	1402.162	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2323.296	1402.165	60.4	--	--
Interfase 7-8	19.93	2326.567	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.842	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.296	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.301	1402.009	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.301	1402.010	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.87	1920.576	1402.016	73.0	--	--
Interfase 4-5	17.21	1962.288	1402.147	71.5	--	--
Interfase 5-6	19.40	2252.143	1402.151	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.52	2268.344	1402.158	61.8	--	--
Interfase 7-8	19.63	2284.647	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2301.052	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.756	852.829	78.3	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.763	1089.763	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.763	1089.763	100.0	109.427	109.427
Interfase 3-4	14.35	1634.795	1102.428	67.4	--	--
Interfase 4-5	14.97	1700.618	1355.732	79.7	--	--
Interfase 5-6	18.93	2186.001	1364.175	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.13	2214.533	1376.840	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.34	2243.389	1389.506	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.575	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.493	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.501	876.501	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.501	876.501	100.0	190.264	299.691
Interfase 3-4	12.84	1480.940	897.812	60.6	--	--
Interfase 4-5	13.61	1557.905	1324.031	85.0	--	--
Interfase 5-6	18.64	2146.894	1338.238	62.3	--	--
Interfase 6-7	18.90	2182.586	1359.549	62.3	--	--
Interfase 7-8	19.16	2218.796	1380.860	62.2	--	--
Cara interior	19.43	2255.530	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Condensaciones

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

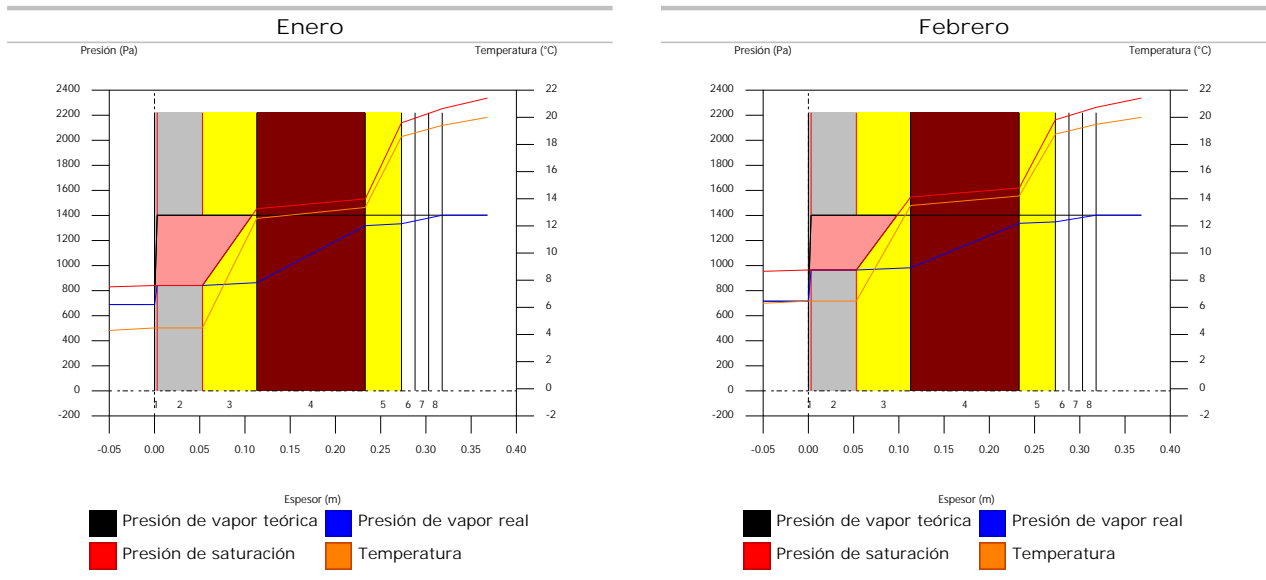
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	203.150	142.988	107.744	43.336	0.036	--	0.215	--	--	--	109.427	190.264
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	73.530	255.292	436.340	32.000	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	502.842	645.830	753.574	796.910	723.416	468.124	32.000	--	--	--	109.427	299.691

donde:

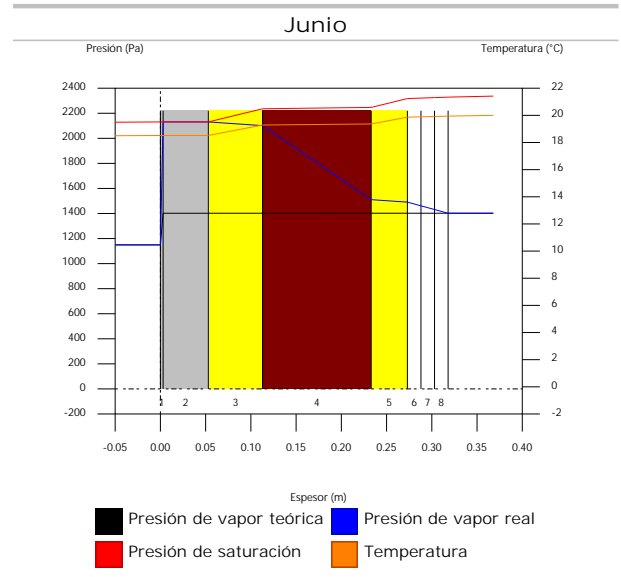
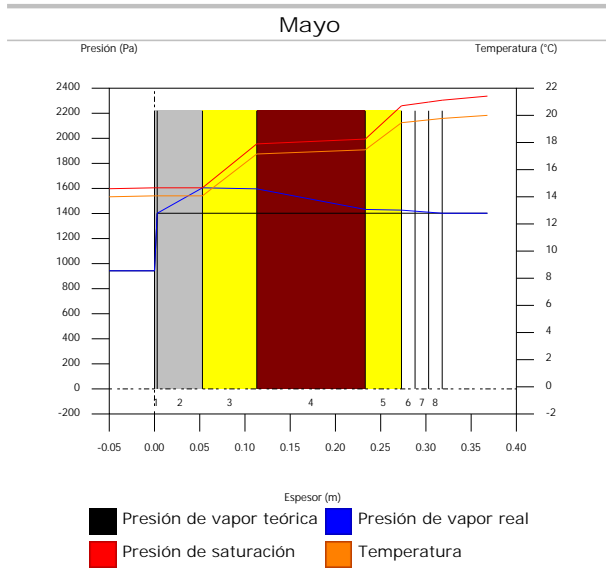
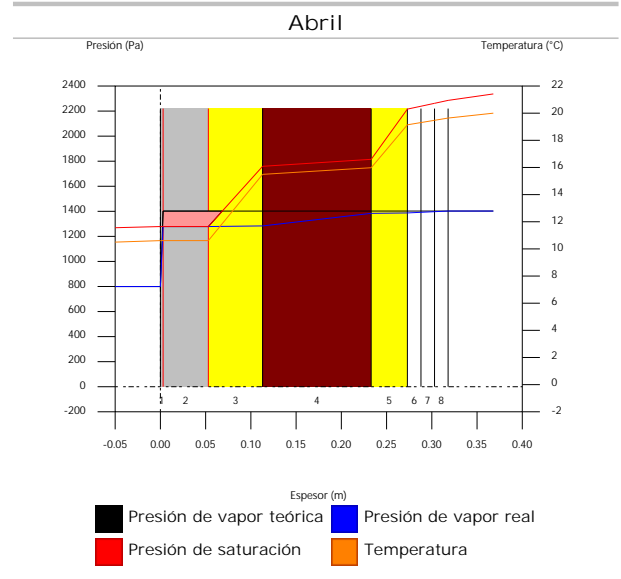
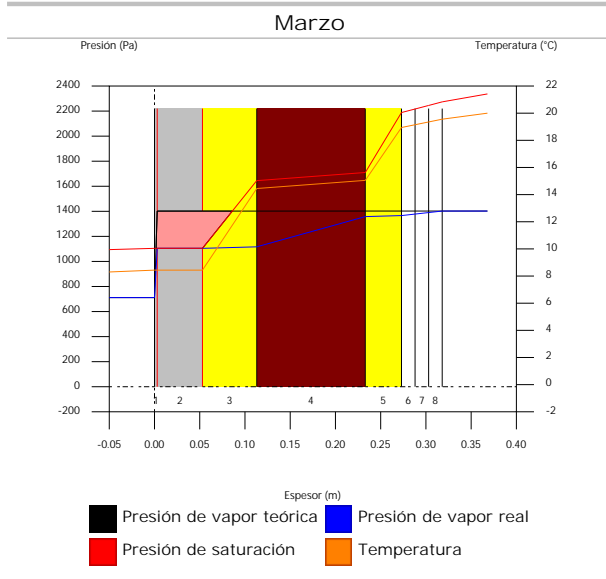
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

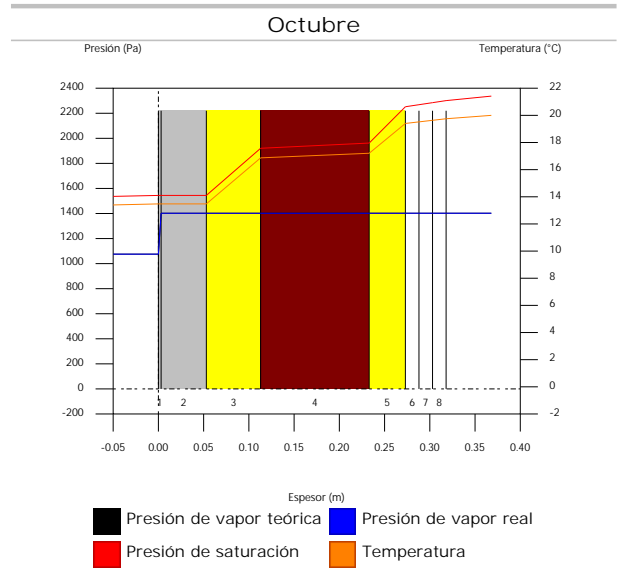
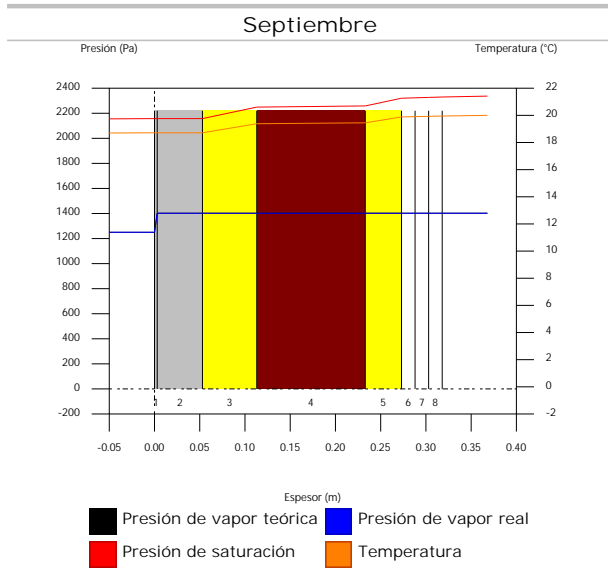
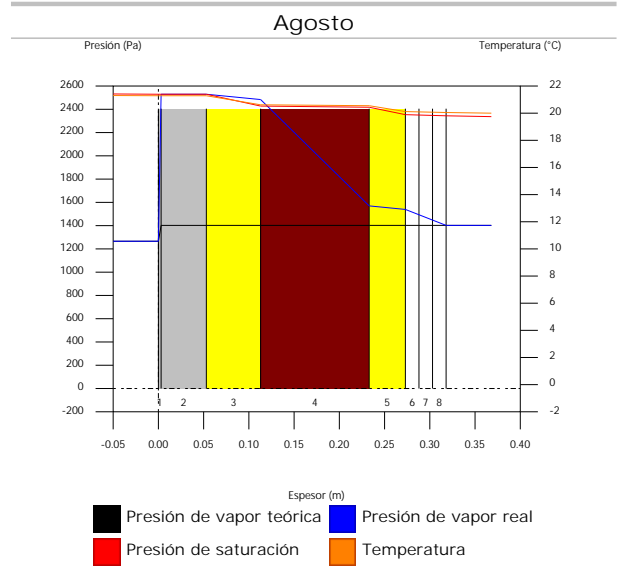
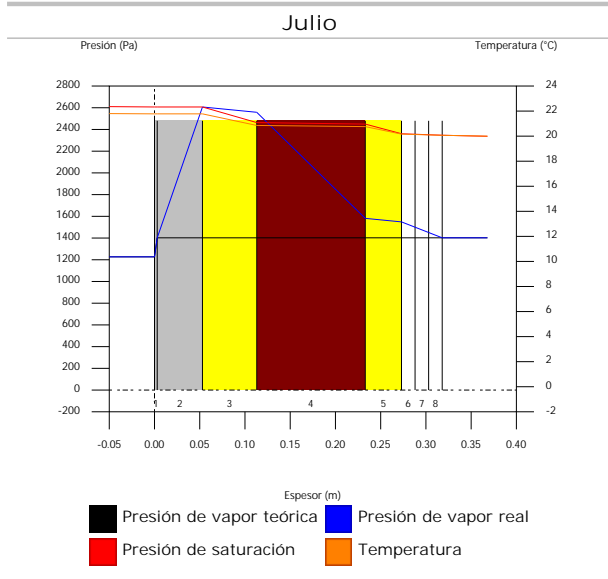
5.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



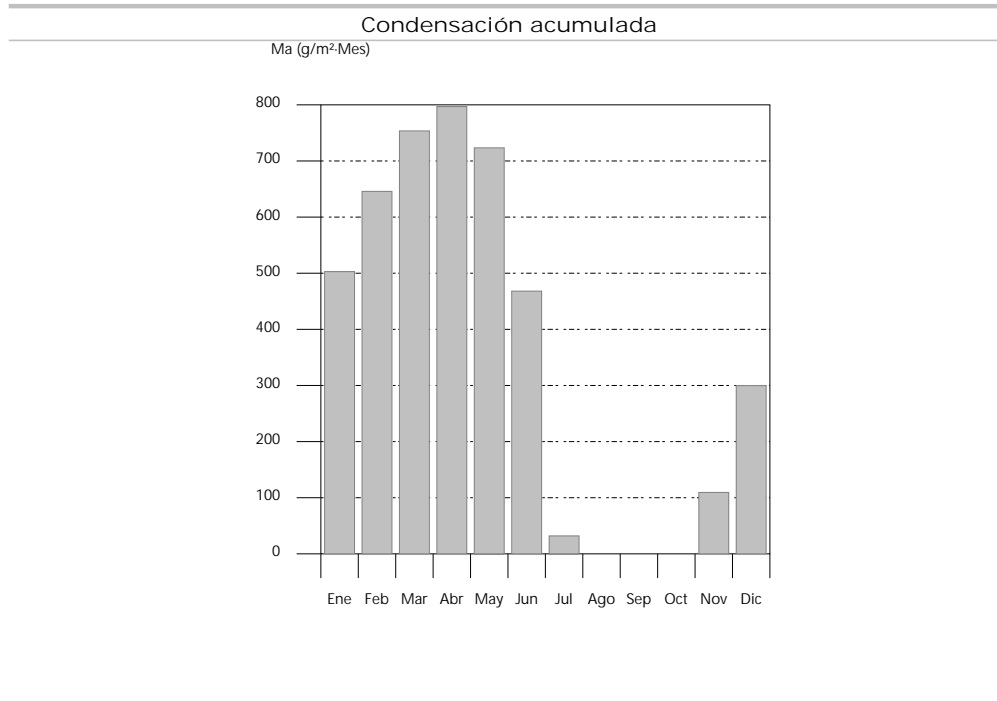
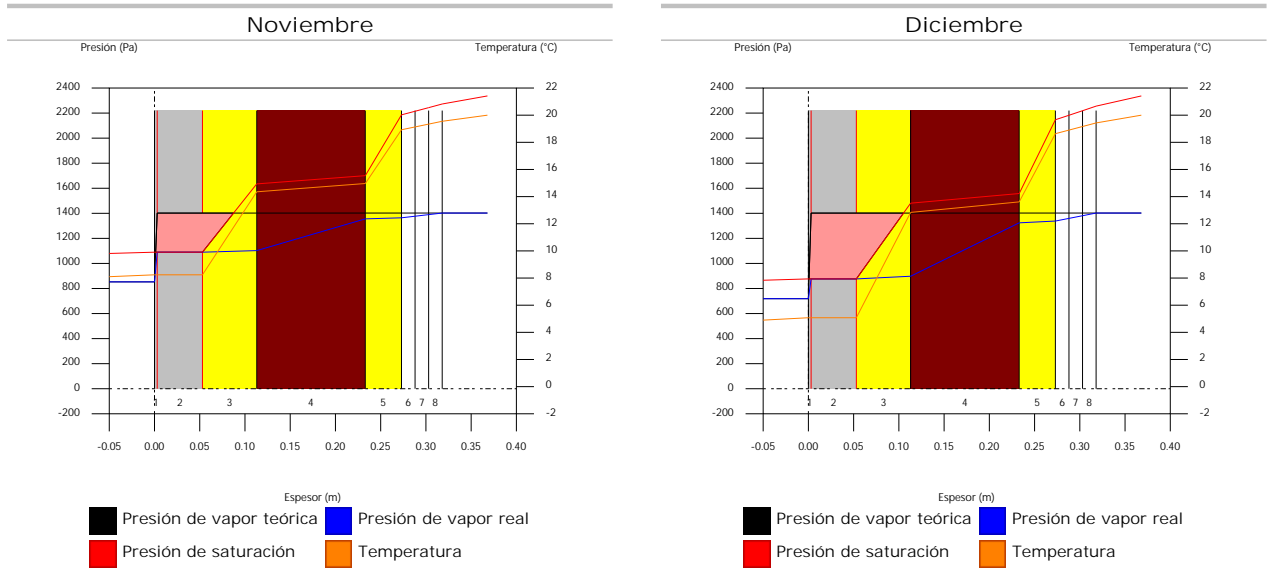
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



5.3. FAC Norte PB

5.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

5.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{R_{si}} = 0.929 \quad f_{R_{si, \min}} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

$f_{R_{si}}$: Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.286 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{R_{si, \min}}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si, cr} \leq 0.8$.

Condensaciones

5.3.1.2. Condensación intersticial

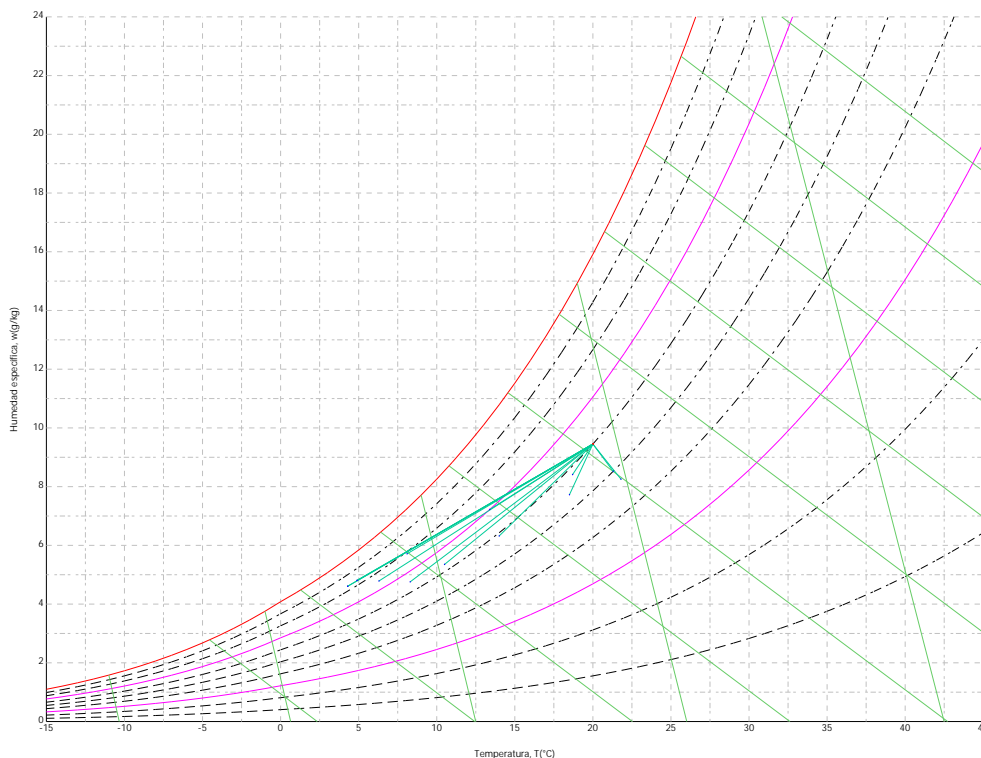
El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

5.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

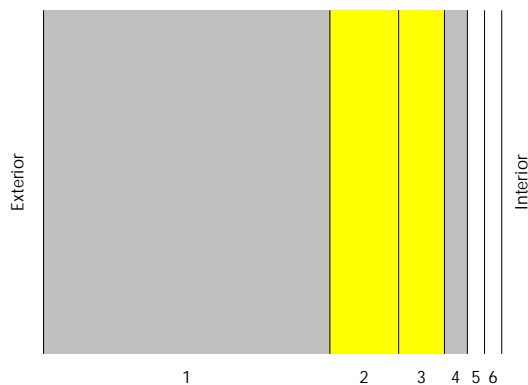
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



5.3.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:

Condensaciones



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC Norte PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800	25.0	1.150	0.21739	60	15
2	ultracoustic plus	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
3	ultracoustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
4	Cámara de aire	2.0		0.08750		0.01
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	40.0
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.5025
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	15.23
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.286
Factor de resistencia superficial interior, f _{RSi}	--	0.929

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{RSi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.286 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

5.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{RSi,min} queda como sigue:

Condensaciones

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e \geq q_i$, donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i : Temperatura del aire interior, °C.
- j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.929 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

5.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC Norte PB	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.48	840.680	689.042	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.45	899.868	899.868	100.0	1162.355	2810.531
Interfase 2-3	13.36	1532.993	1030.904	67.2	--	--
Interfase 3-4	18.49	2126.863	1118.261	52.6	--	--
Interfase 4-5	18.88	2179.677	1140.100	52.3	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.553	1271.135	57.3	--	--
Cara interior	19.42	2253.973	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q : Temperatura, °C.
- P_{sat} : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n : Presión del vapor de agua, Pa.
- j : Humedad relativa, %.
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.576	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	7.31	1022.628	1022.628	100.0	788.524	3599.055
Interfase 2-3	14.21	1619.583	1121.639	69.3	--	--
Interfase 3-4	18.68	2152.672	1187.647	55.2	--	--
Interfase 4-5	19.02	2199.183	1204.148	54.8	--	--
Interfase 5-6	19.26	2231.582	1303.160	58.4	--	--
Cara interior	19.49	2264.398	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.43	1104.285	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	9.16	1159.902	1159.902	100.0	548.235	4147.290
Interfase 2-3	15.05	1710.434	1223.102	71.5	--	--
Interfase 3-4	18.87	2178.754	1265.236	58.1	--	--
Interfase 4-5	19.16	2218.841	1275.769	57.5	--	--
Interfase 5-6	19.37	2246.700	1338.970	59.6	--	--
Cara interior	19.57	2274.865	1402.171	61.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.257	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	11.20	1329.391	1329.391	100.0	145.726	4293.016
Interfase 2-3	15.98	1815.504	1348.377	74.3	--	--
Interfase 3-4	19.08	2207.764	1361.034	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.32	2240.642	1364.199	60.9	--	--
Interfase 5-6	19.48	2263.434	1383.185	61.1	--	--
Cara interior	19.65	2286.428	1402.171	61.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1604.849	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.44	1644.023	1644.023	100.0	-588.332	3704.683
Interfase 2-3	17.46	1994.333	1580.931	79.3	--	--
Interfase 3-4	19.42	2254.613	1538.870	68.3	--	--
Interfase 4-5	19.57	2275.713	1528.355	67.2	--	--
Interfase 5-6	19.67	2290.280	1465.263	64.0	--	--
Cara interior	19.78	2304.930	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.862	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.61	2143.317	2143.317	100.0	-1704.827	1999.856
Interfase 2-3	19.37	2246.799	1949.974	86.8	--	--
Interfase 3-4	19.86	2316.124	1821.079	78.6	--	--
Interfase 4-5	19.89	2321.508	1788.856	77.1	--	--
Interfase 5-6	19.92	2325.206	1595.513	68.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.910	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.096	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.67	2589.366	2589.366	100.0	-1999.856	--
Interfase 2-3	20.76	2449.296	2279.663	93.1	--	--
Interfase 3-4	20.17	2362.160	2073.194	87.8	--	--
Interfase 4-5	20.13	2355.601	2021.577	85.8	--	--
Interfase 5-6	20.10	2351.114	1711.874	72.8	--	--
Cara interior	20.07	2346.633	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _v (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2529.450	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.20	2516.969	1400.112	55.6	--	--
Interfase 2-3	20.55	2417.626	1400.649	57.9	--	--
Interfase 3-4	20.13	2355.134	1401.007	59.5	--	--
Interfase 4-5	20.09	2350.408	1401.097	59.6	--	--
Interfase 5-6	20.07	2347.172	1401.634	59.7	--	--
Cara interior	20.05	2343.940	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_v: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _v (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2157.387	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.80	2168.295	1399.875	64.6	--	--
Interfase 2-3	19.45	2258.641	1400.474	62.0	--	--
Interfase 3-4	19.87	2318.892	1400.873	60.4	--	--
Interfase 4-5	19.91	2323.562	1400.973	60.3	--	--
Interfase 5-6	19.93	2326.769	1401.572	60.2	--	--
Cara interior	19.95	2329.980	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_v: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.145	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.89	1585.849	1397.239	88.1	--	--
Interfase 2-3	17.21	1962.623	1398.525	71.3	--	--
Interfase 3-4	19.36	2246.521	1399.383	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.53	2269.667	1399.598	61.7	--	--
Interfase 5-6	19.64	2285.659	1400.884	61.3	--	--
Cara interior	19.76	2301.749	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.555	852.829	78.3	--	--
Interfase 1-2	8.97	1145.481	1145.481	100.0	568.442	568.442
Interfase 2-3	14.97	1701.153	1212.443	71.3	--	--
Interfase 3-4	18.85	2176.134	1257.085	57.8	--	--
Interfase 4-5	19.15	2216.868	1268.246	57.2	--	--
Interfase 5-6	19.35	2245.185	1335.208	59.5	--	--
Cara interior	19.56	2273.817	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _v (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.07	876.283	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	6.01	935.254	935.254	100.0	1079.733	1648.176
Interfase 2-3	13.62	1558.533	1057.058	67.8	--	--
Interfase 3-4	18.54	2134.577	1138.261	53.3	--	--
Interfase 4-5	18.92	2185.513	1158.562	53.0	--	--
Interfase 5-6	19.18	2221.052	1280.366	57.6	--	--
Cara interior	19.44	2257.096	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_v: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	1162.355	788.524	548.235	145.726	--	--	--	--	--	--	568.442	1079.733
g _{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	588.332	1704.827	1999.856	--	--	--	--	--
M _a (g/m ²)	2810.531	3599.055	4147.290	4293.016	3704.683	1999.856	--	--	--	--	568.442	1648.176

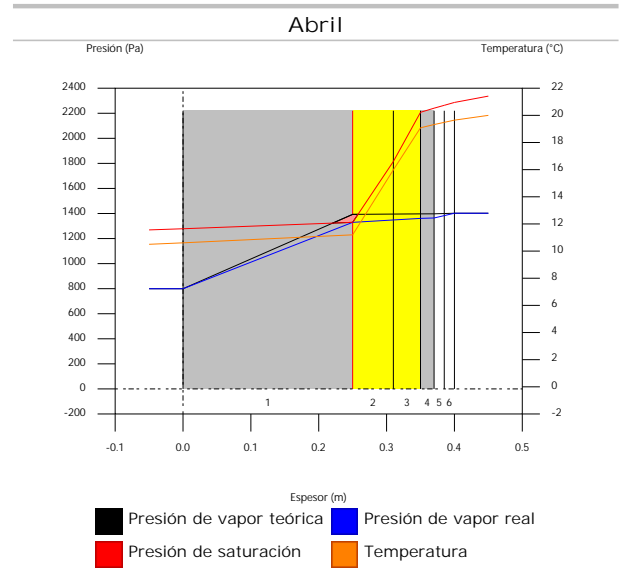
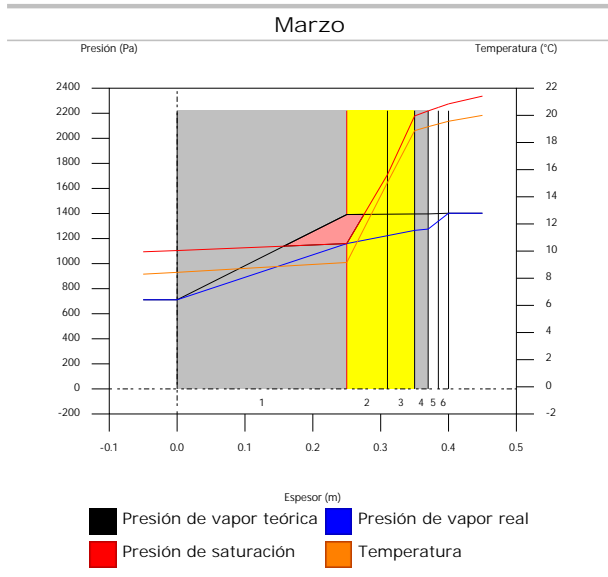
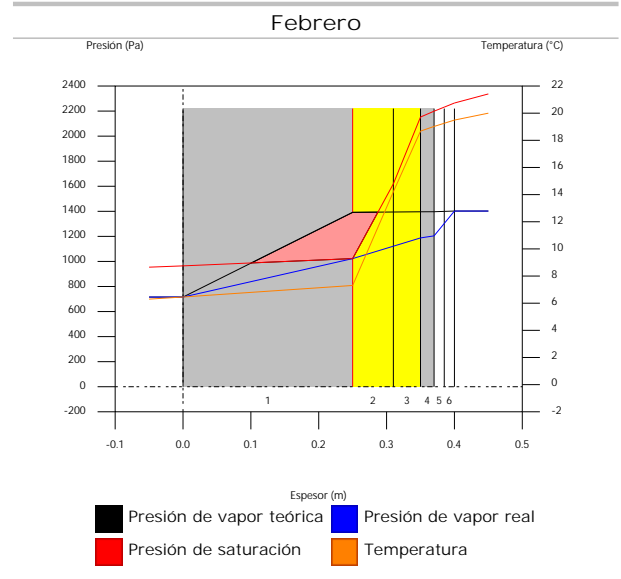
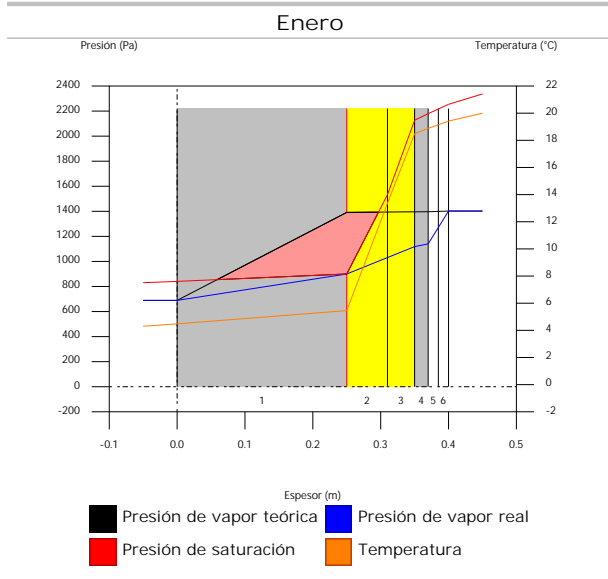
donde:

- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev}: Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

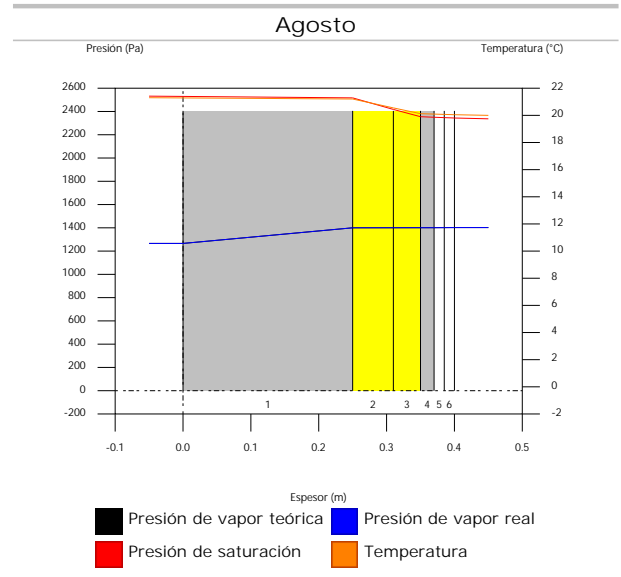
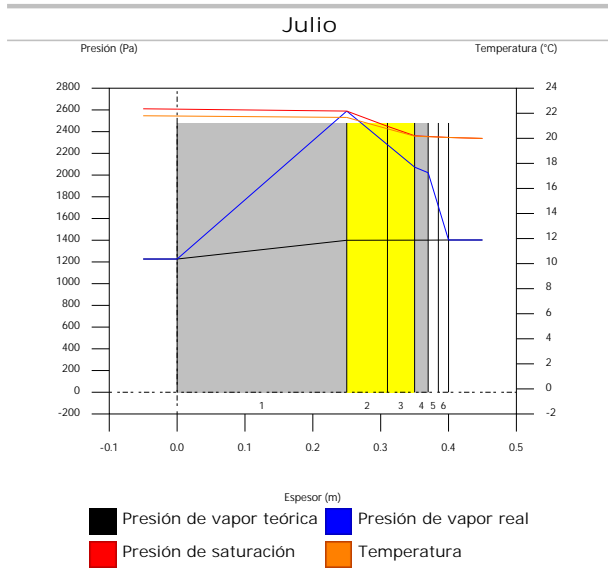
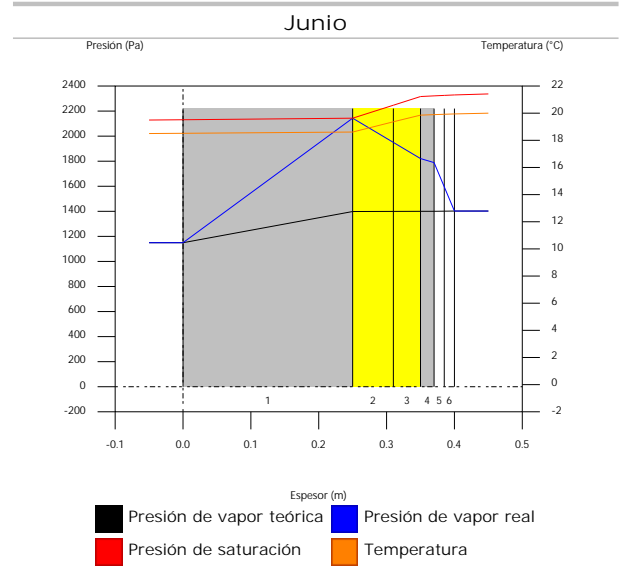
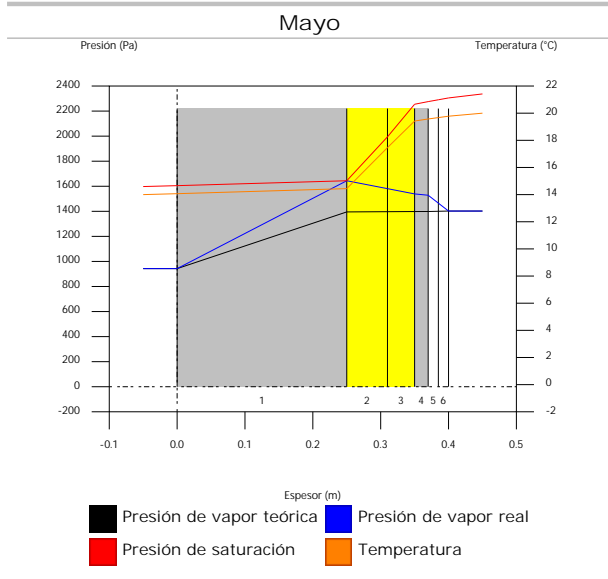
>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

5.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas

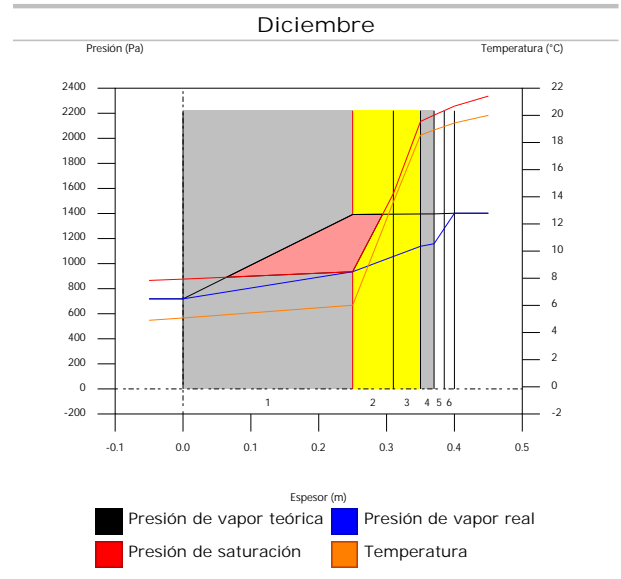
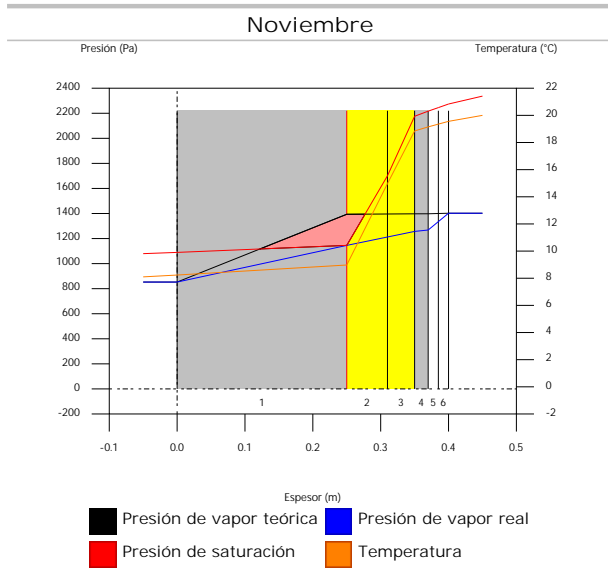
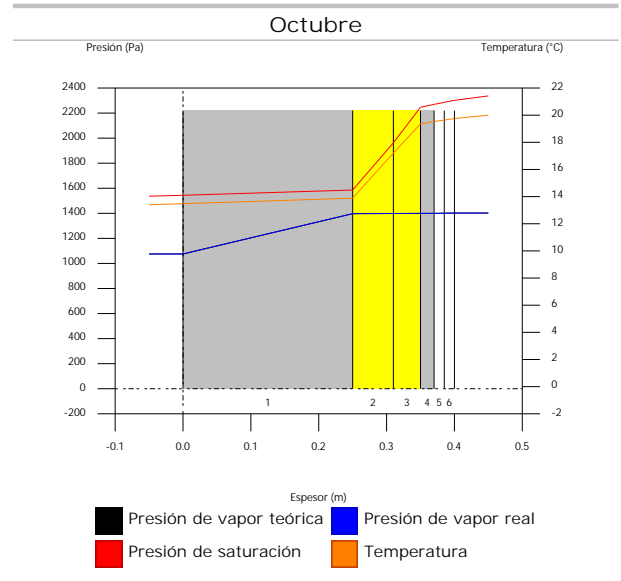
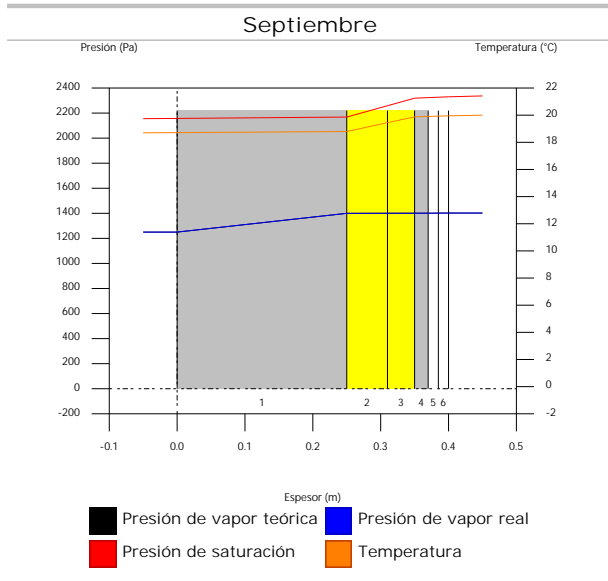
Condensaciones



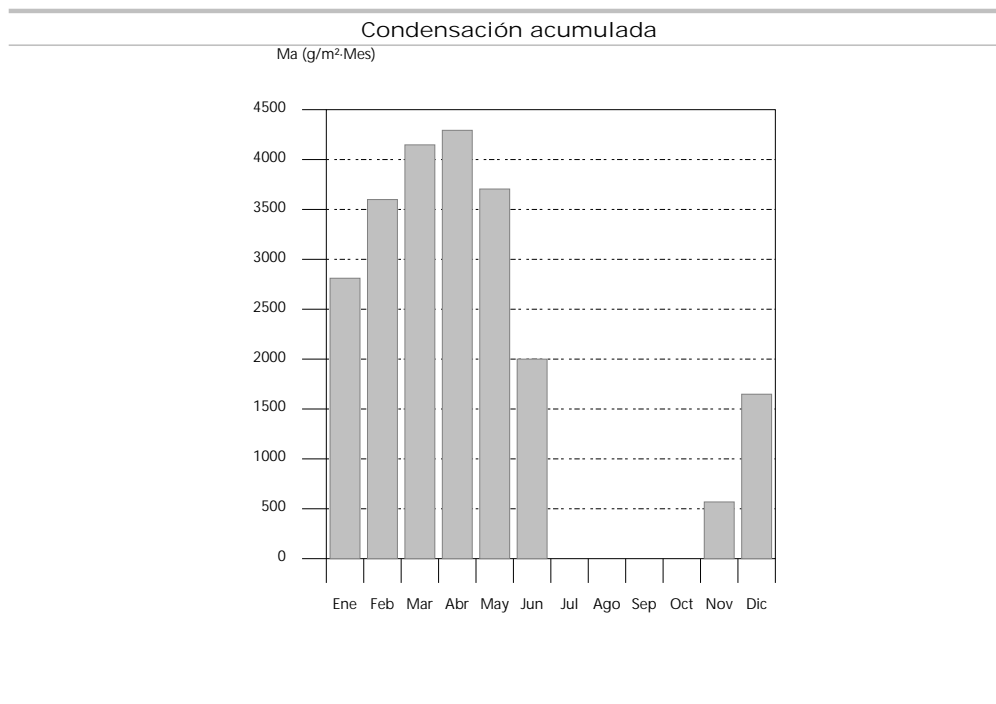
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



5.4. FAC ESTE PB

5.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones

5.4.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.911^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

5.4.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

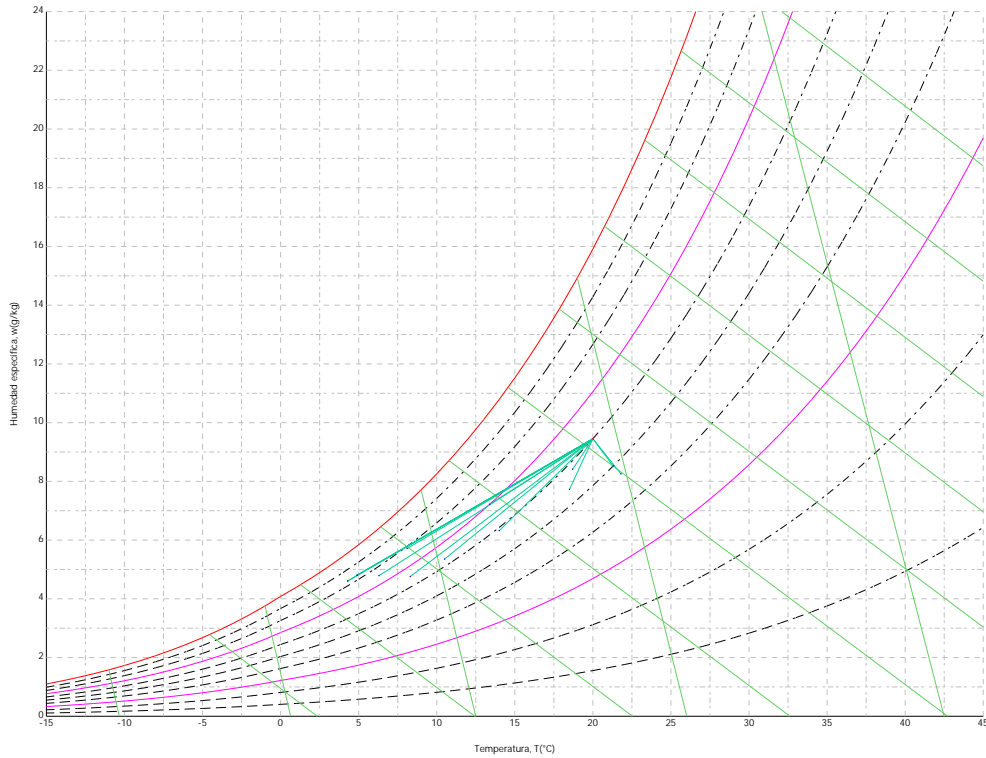
5.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

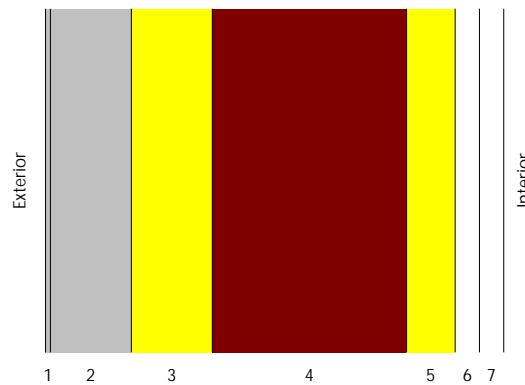
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



5.4.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC ESTE PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	5.0	0.034	1.47059	1	0.05
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	28.3
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	2.7942
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	3001.41
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.358
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.911

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

5.4.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.911 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

5.4.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.52	843.362	689.042	81.7	--	--
Interfase 1-2	4.52	843.371	843.371	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.52	843.371	843.371	100.0	213.813	528.813
Interfase 3-4	12.79	1476.299	863.328	58.5	--	--
Interfase 4-5	13.78	1574.989	1342.299	85.2	--	--
Interfase 5-6	18.60	2141.317	1354.274	63.2	--	--
Interfase 6-7	18.93	2186.913	1378.222	63.0	--	--
Cara interior	19.27	2233.355	1402.171	62.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.50	967.217	715.662	74.0	--	--
Interfase 1-2	6.50	967.226	967.226	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.50	967.226	967.226	100.0	150.317	679.130
Interfase 3-4	13.71	1567.554	982.760	62.7	--	--
Interfase 4-5	14.57	1657.979	1355.569	81.8	--	--
Interfase 5-6	18.77	2165.414	1364.890	63.0	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.545	1383.530	62.7	--	--
Cara interior	19.36	2246.325	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.47	1106.826	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.47	1106.834	1106.834	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.47	1106.834	1106.834	100.0	113.004	792.134
Interfase 3-4	14.63	1663.721	1117.382	67.2	--	--
Interfase 4-5	15.36	1744.779	1370.527	78.6	--	--
Interfase 5-6	18.95	2189.748	1376.856	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.20	2224.316	1389.513	62.5	--	--
Cara interior	19.46	2259.360	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.64	1280.603	799.495	62.4	--	--
Interfase 1-2	10.64	1280.611	1280.611	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.64	1280.611	1280.611	100.0	45.012	837.146
Interfase 3-4	15.64	1775.445	1284.952	72.4	--	--
Interfase 4-5	16.24	1844.837	1389.146	75.3	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.791	1391.751	62.8	--	--
Interfase 6-7	19.35	2245.125	1396.961	62.2	--	--
Cara interior	19.56	2273.776	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.09	1606.657	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.09	1606.664	1401.955	87.3	0.037	0.037
Interfase 2-3	14.09	1606.664	1606.664	100.0	-78.363	758.783
Interfase 3-4	17.24	1966.761	1599.360	81.3	--	--
Interfase 4-5	17.62	2014.395	1424.081	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.46	2260.416	1419.699	62.8	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.582	1410.935	61.9	--	--
Cara interior	19.72	2296.875	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.441	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-0.037	--
Interfase 2-3	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-270.039	488.744
Interfase 3-4	19.31	2239.113	2105.398	94.0	--	--
Interfase 4-5	19.41	2252.347	1480.307	65.7	--	--
Interfase 5-6	19.87	2317.608	1464.680	63.2	--	--
Interfase 6-7	19.90	2322.238	1433.425	61.7	--	--
Cara interior	19.93	2326.875	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.77	2606.266	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.77	2606.264	1402.088	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.77	2606.264	2606.264	100.0	-460.967	27.777
Interfase 3-4	20.83	2459.275	2563.260	104.2	--	--
Interfase 4-5	20.71	2442.133	1531.181	62.7	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.349	1505.379	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.12	2354.715	1453.775	61.7	--	--
Cara interior	20.08	2349.093	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2528.867	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-27.777	--
Interfase 3-4	20.60	2424.748	2488.625	102.6	--	--
Interfase 4-5	20.52	2412.509	1522.888	63.1	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.829	1498.744	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.09	2349.769	1450.458	61.7	--	--
Cara interior	20.06	2345.715	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.895	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.896	1402.099	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.896	1402.100	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2251.947	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.48	2263.471	1402.163	61.9	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.179	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2324.195	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.94	2328.216	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1546.068	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1546.074	1402.017	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1546.074	1402.018	90.7	--	--
Interfase 3-4	16.97	1932.736	1402.024	72.5	--	--
Interfase 4-5	17.38	1984.394	1402.154	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.41	2252.884	1402.158	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.55	2272.815	1402.164	61.7	--	--
Cara interior	19.69	2292.900	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.27	1092.109	852.829	78.1	--	--
Interfase 1-2	8.27	1092.118	1092.118	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.27	1092.118	1092.118	100.0	114.808	114.808
Interfase 3-4	14.53	1653.876	1103.191	66.7	--	--
Interfase 4-5	15.28	1735.923	1368.951	78.9	--	--
Interfase 5-6	18.94	2187.304	1375.595	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.19	2222.432	1388.883	62.5	--	--
Cara interior	19.45	2258.054	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.12	878.959	718.612	81.8	--	--
Interfase 1-2	5.12	878.968	878.968	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.12	878.968	878.968	100.0	200.192	315.001
Interfase 3-4	13.06	1503.173	897.654	59.7	--	--
Interfase 4-5	14.02	1599.495	1346.113	84.2	--	--
Interfase 5-6	18.65	2148.522	1357.325	63.2	--	--
Interfase 6-7	18.97	2192.488	1379.748	62.9	--	--
Cara interior	19.30	2237.239	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

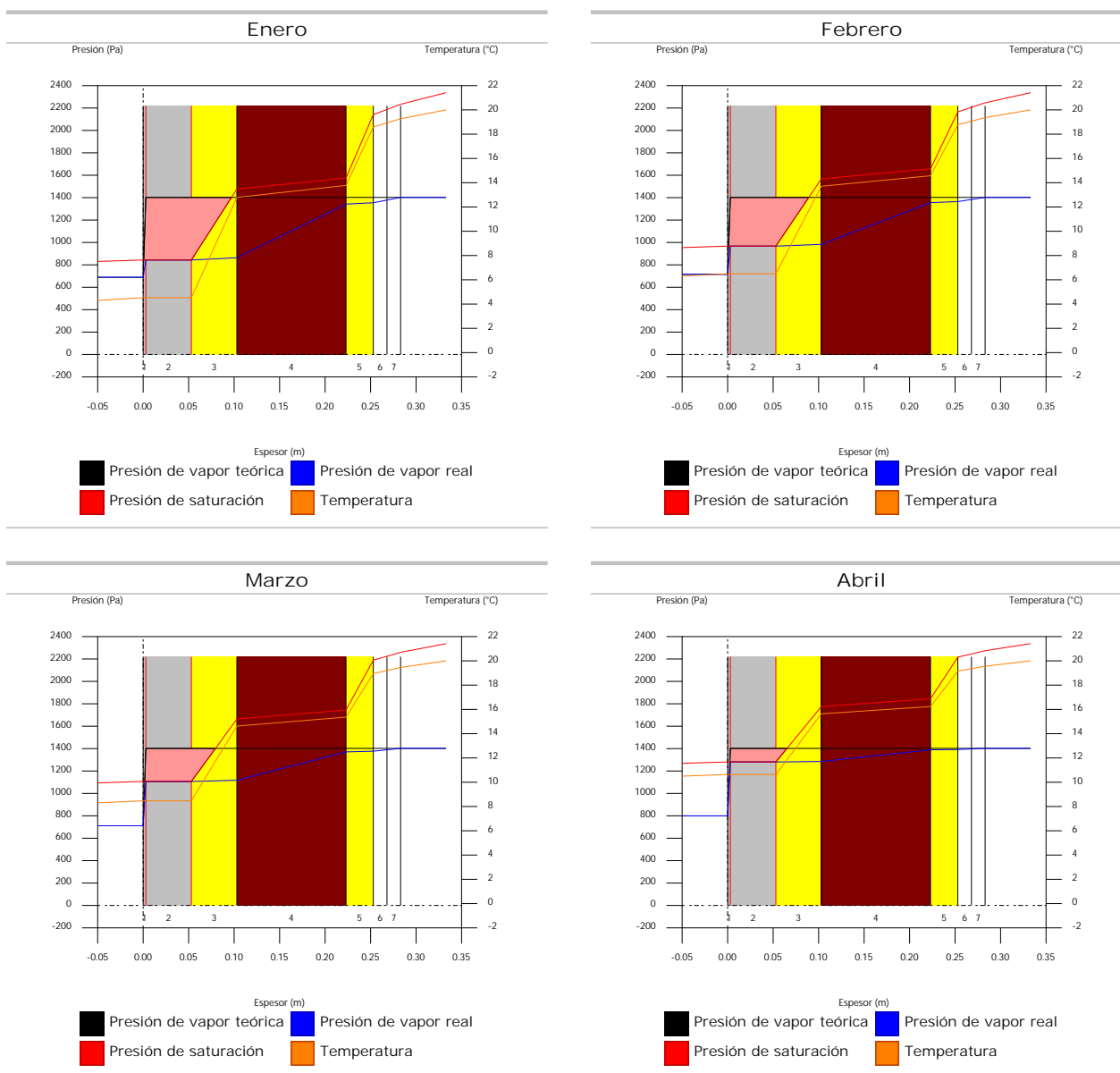
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	213.813	150.317	113.004	45.012	0.037	--	0.215	--	--	--	114.808	200.192
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	78.363	270.076	460.967	27.992	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	528.813	679.130	792.134	837.146	758.819	488.744	27.992	--	--	--	114.808	315.001

donde:

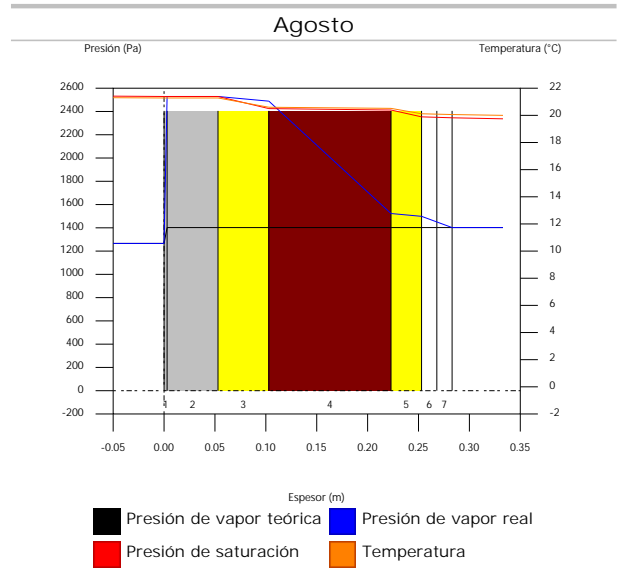
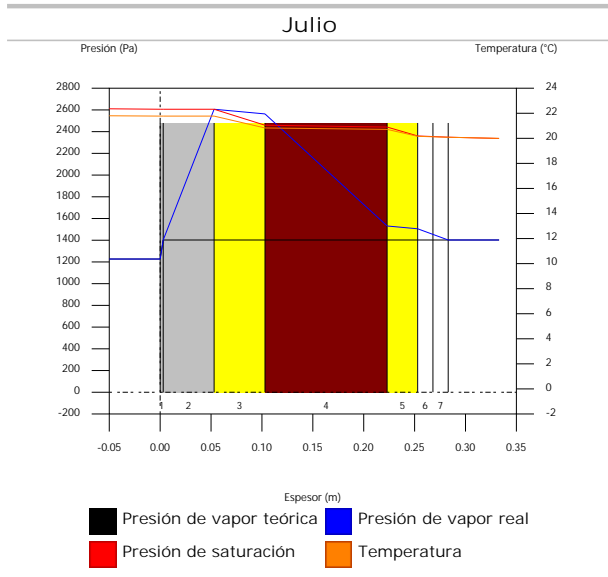
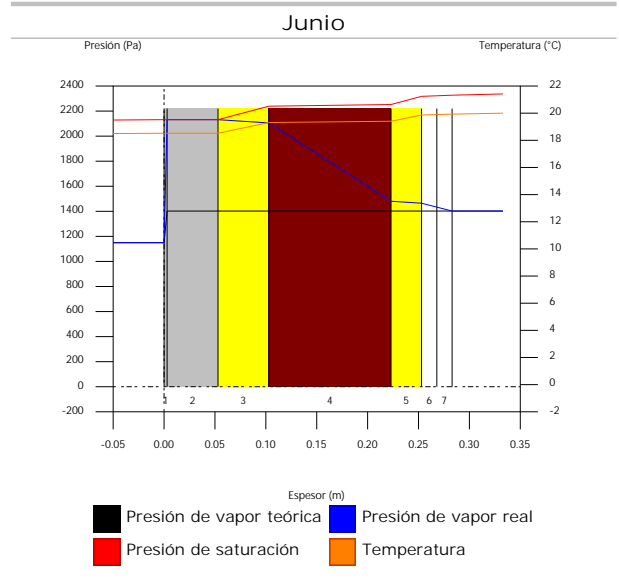
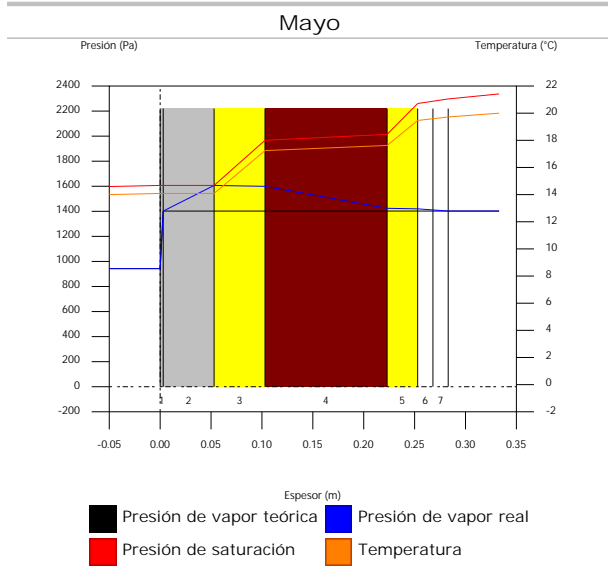
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

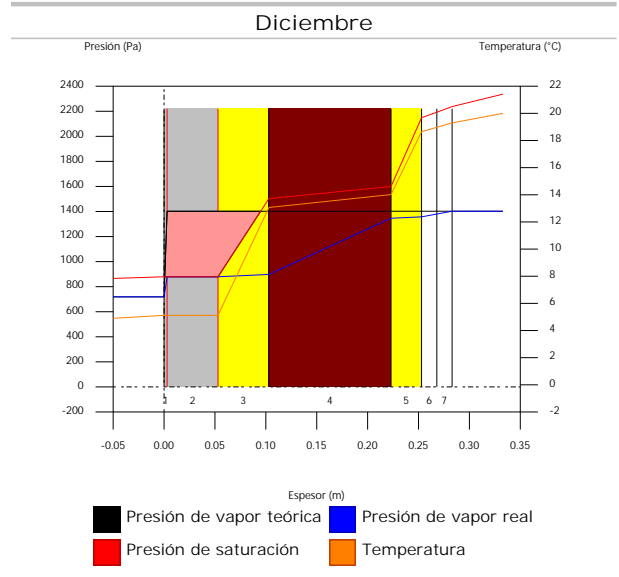
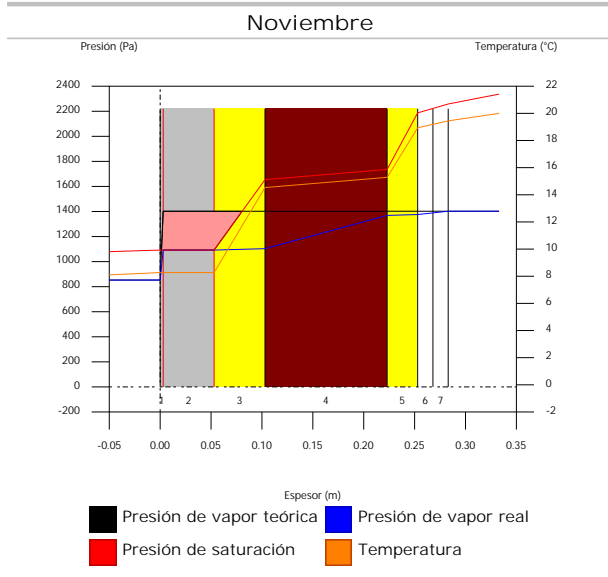
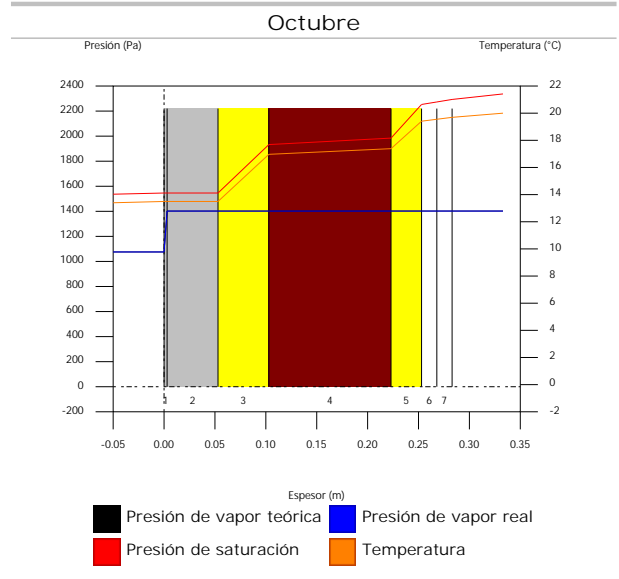
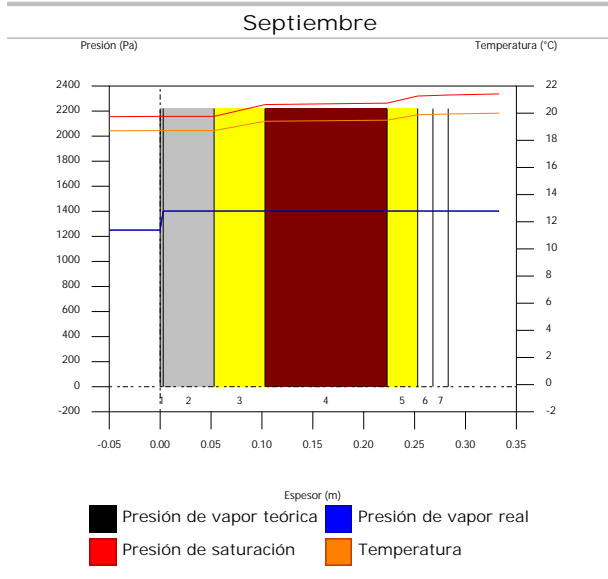
5.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



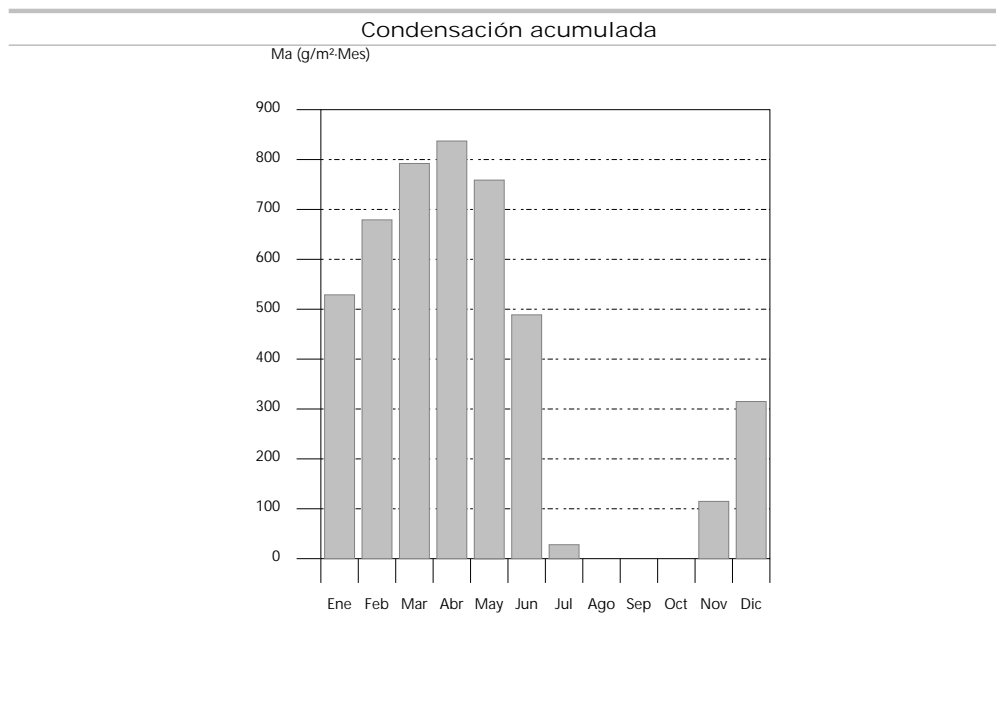
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



5.5. FAC NORTE

5.5.1. Resultados del cálculo de condensaciones

5.5.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

5.5.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

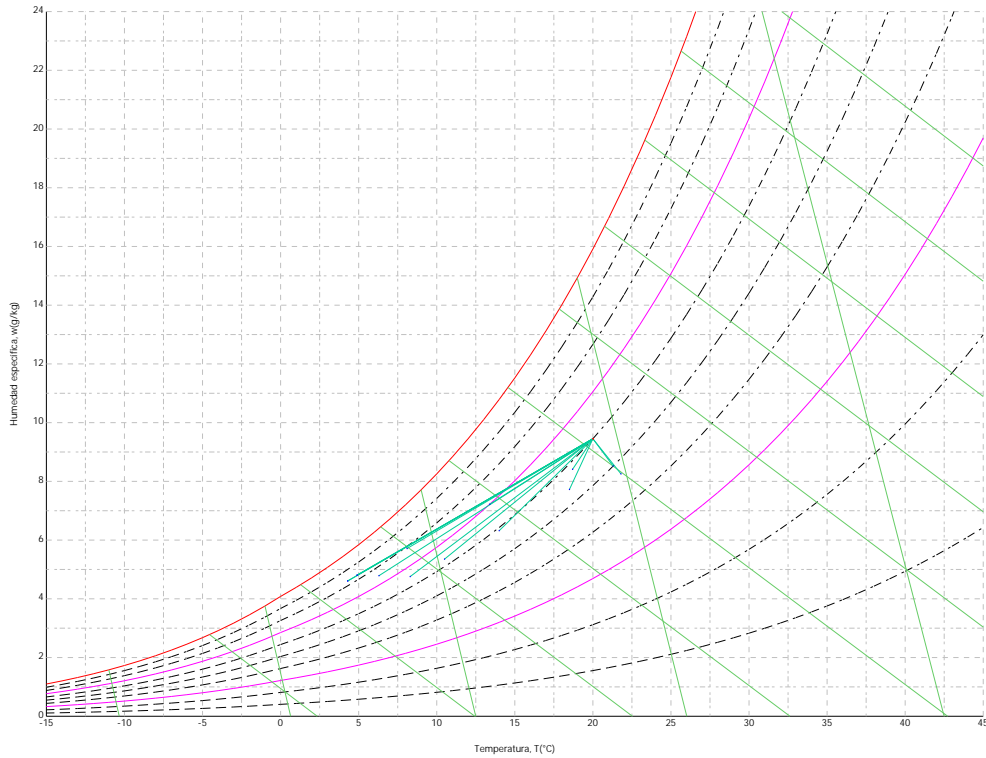
5.5.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

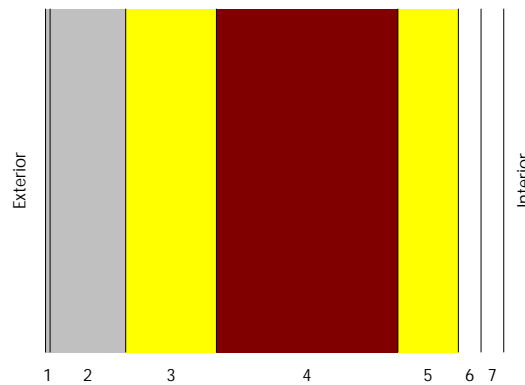
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



5.5.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC NORTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

5.5.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

5.5.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

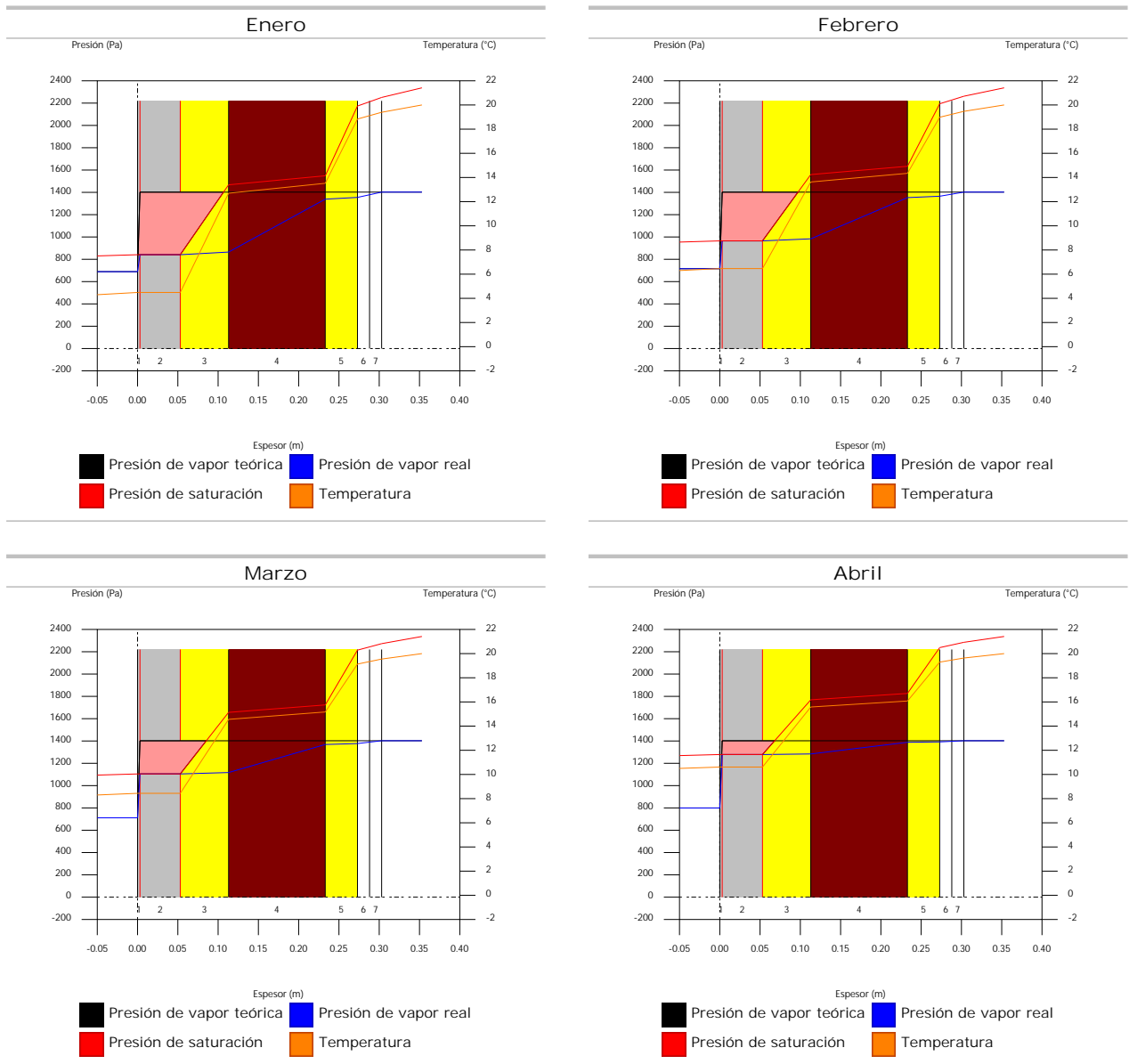
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

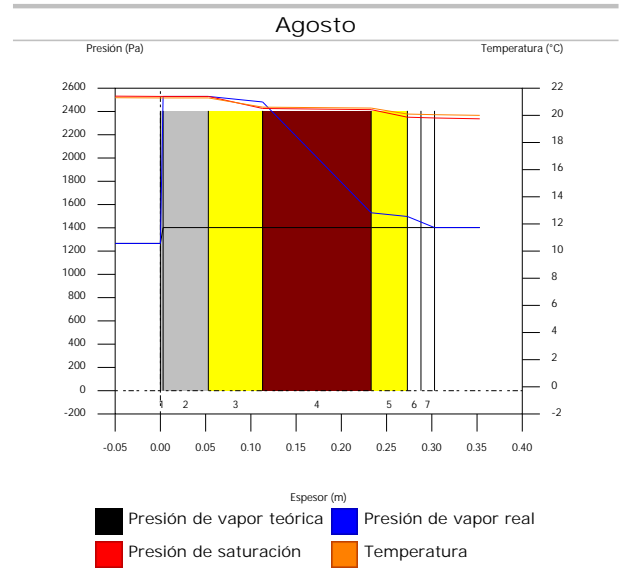
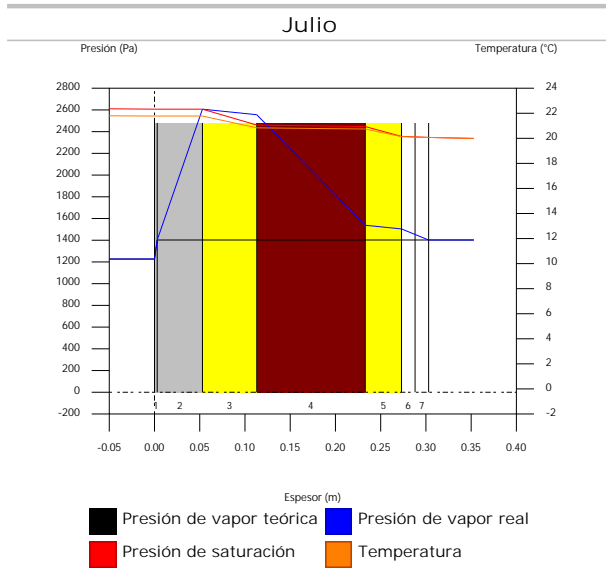
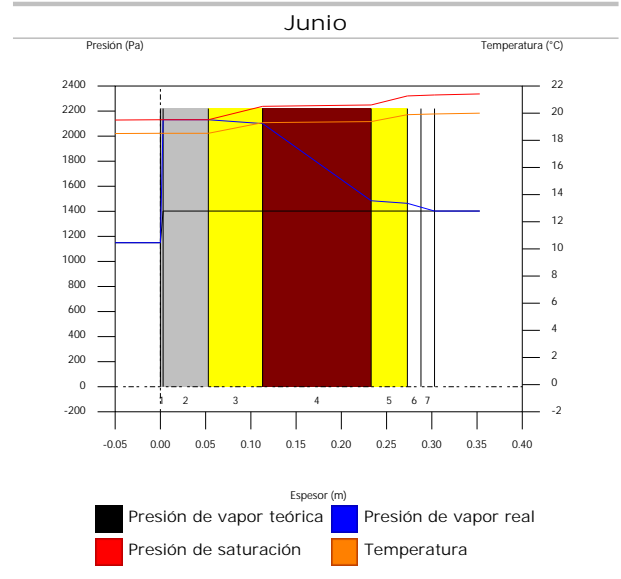
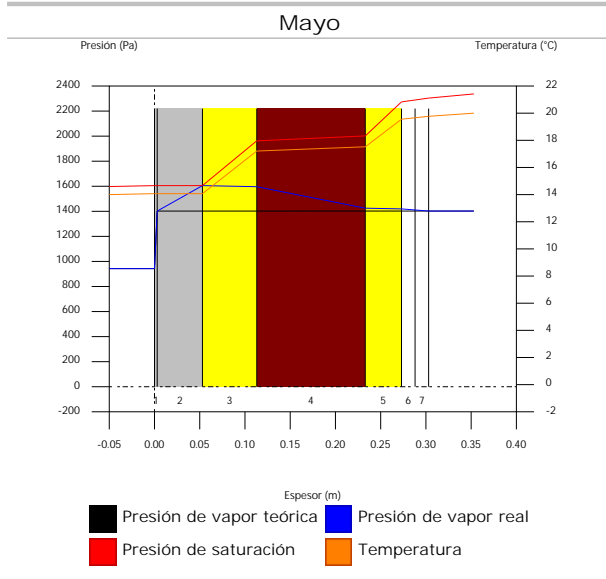
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

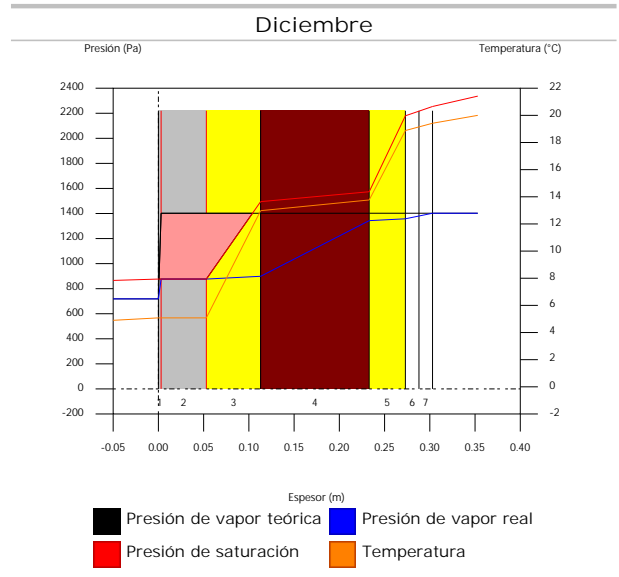
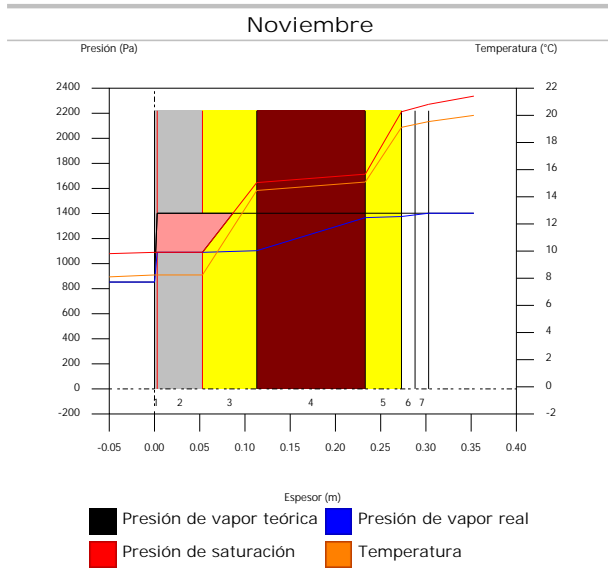
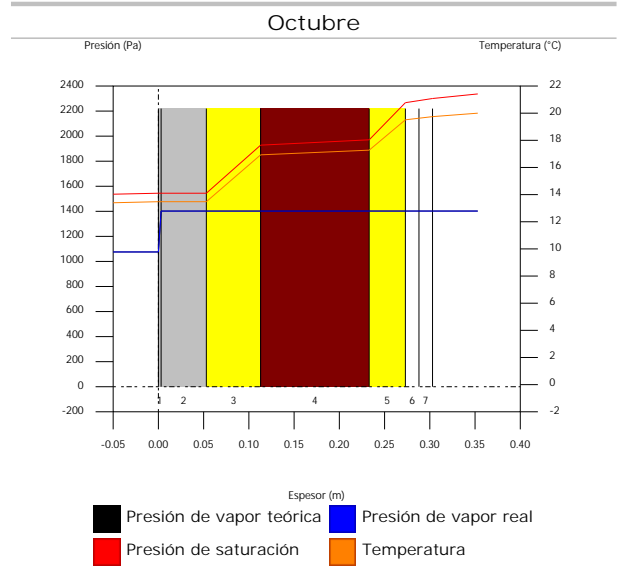
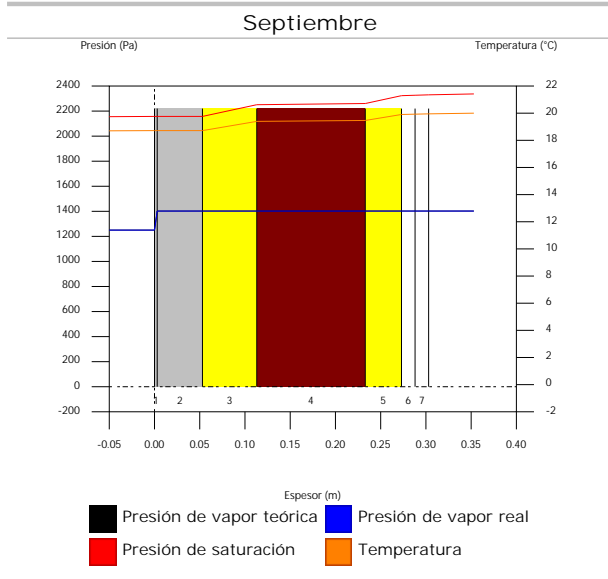
5.5.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



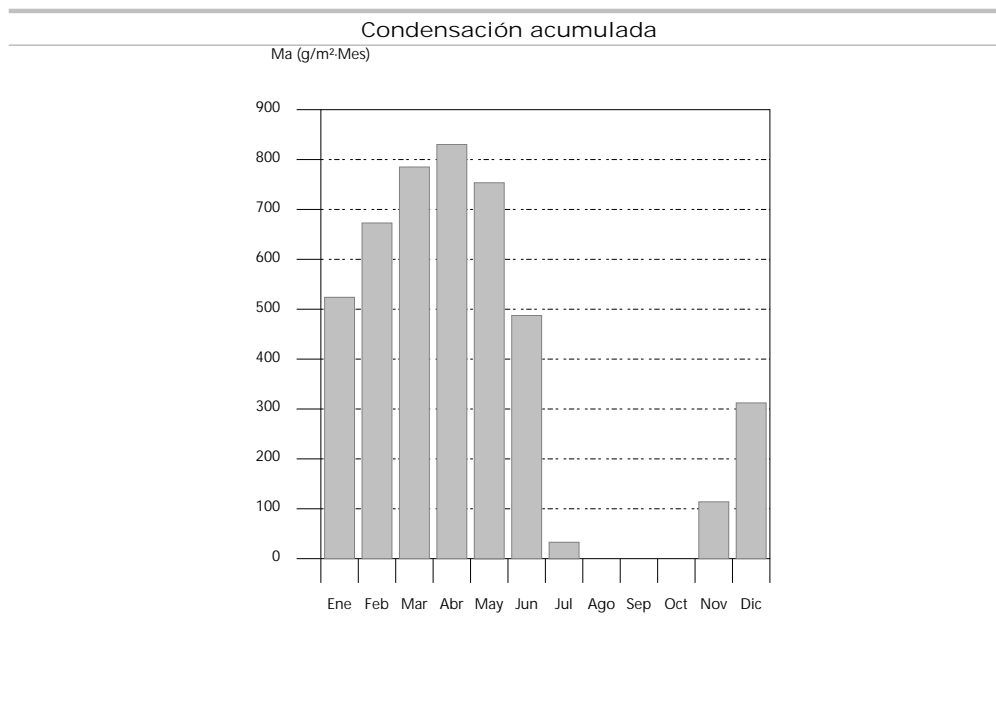
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



5.6. CUB ZINC

5.6.1. Resultados del cálculo de condensaciones

5.6.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.947 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

5.6.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

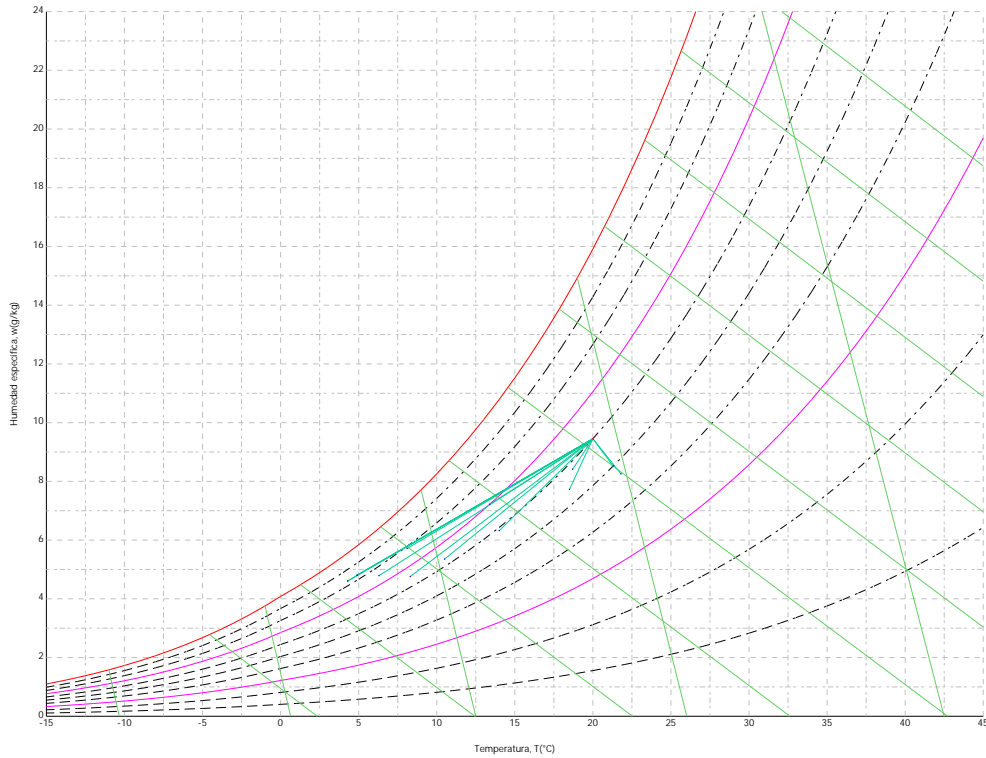
5.6.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

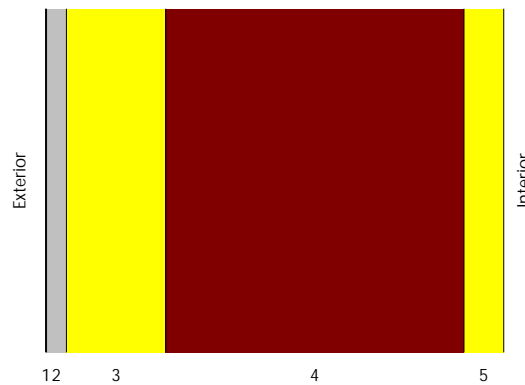
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



5.6.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

CUB ZINC		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.1	110.000	0.00001	1000000	1000
2	Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2.0	0.130	0.15385	30	0.6
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	10.0	0.034	2.94118	20	2
4	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.937	0.32017	10	3
5	MW Lana mineral [0.034 W/[mK]]	4.0	0.034	1.17647	1	0.04
R _{si}				0.10		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

Condensaciones

- R: Resistencia térmica del material, $m^2 \cdot K/W$.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 $S_{a,T}$: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	46.1
Resistencia térmica total, R_T	$m^2 \cdot K/W$	4.7317
Espesor de aire equivalente total, $S_{a,T}$	m	1005.64
Transmitancia térmica, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.211
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.947

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.
 $S_{a,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, $W/(m^2 \cdot K)$.
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 W/m^2 \cdot K$ y $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

5.6.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e ($^{\circ}C$)	j_e (%)	q_i ($^{\circ}C$)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ ($^{\circ}C$)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e \geq q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, $^{\circ}C$.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, $^{\circ}C$.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, $^{\circ}C$.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.947 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

5.6.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.43	837.939	689.042	82.2	--	--
Interfase 1-2	4.43	837.940	837.940	100.0	27.128	79.046
Interfase 2-3	4.94	868.415	868.415	100.0	29.523	59.804
Interfase 3-4	14.70	1672.009	1080.223	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.76	1790.134	1397.935	78.1	--	--
Cara interior	19.67	2289.382	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.42	961.875	715.662	74.4	--	--
Interfase 1-2	6.42	961.877	961.877	100.0	24.044	103.089
Interfase 2-3	6.86	991.840	991.840	100.0	15.229	75.033
Interfase 3-4	15.38	1746.229	1154.670	66.1	--	--
Interfase 4-5	16.30	1852.881	1398.914	75.5	--	--
Cara interior	19.71	2295.395	1402.171	61.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.40	1101.686	711.302	64.6	--	--
Interfase 1-2	8.40	1101.688	1101.688	100.0	25.481	128.570
Interfase 2-3	8.78	1130.463	1130.463	100.0	3.188	78.221
Interfase 3-4	16.05	1823.322	1238.283	67.9	--	--
Interfase 4-5	16.84	1917.546	1400.014	73.0	--	--
Cara interior	19.75	2301.421	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.58	1275.857	799.495	62.7	--	--
Interfase 1-2	10.58	1275.859	1275.859	100.0	22.668	151.239
Interfase 2-3	10.89	1302.381	1302.381	100.0	-12.651	65.570
Interfase 3-4	16.79	1911.554	1341.980	70.2	--	--
Interfase 4-5	17.44	1990.954	1401.379	70.4	--	--
Cara interior	19.80	2308.065	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.05	1602.997	942.661	58.8	--	--
Interfase 1-2	14.05	1602.998	1602.998	100.0	17.857	169.096
Interfase 2-3	14.25	1623.395	1623.395	100.0	-41.724	23.846
Interfase 3-4	17.98	2059.639	1535.608	74.6	--	--
Interfase 4-5	18.38	2112.815	1403.926	66.4	--	--
Cara interior	19.87	2318.671	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.51	2130.268	1149.432	54.0	--	--
Interfase 1-2	18.51	2130.269	2130.269	100.0	5.120	174.216
Interfase 2-3	18.56	2136.783	2136.783	100.0	-23.846	--
Interfase 3-4	19.49	2264.728	1845.270	81.5	--	--
Interfase 4-5	19.60	2279.052	1408.001	61.8	--	--
Cara interior	19.97	2332.369	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.946	1226.874	47.0	--	--
Interfase 1-2	21.78	2607.945	2607.945	100.0	-115.263	58.953
Interfase 2-3	21.73	2598.642	2479.671	95.4	--	--
Interfase 3-4	20.61	2426.271	2052.092	84.6	--	--
Interfase 4-5	20.49	2408.124	1410.722	58.6	--	--
Cara interior	20.04	2342.460	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2530.048	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.29	2530.047	2530.047	100.0	-58.953	--
Interfase 2-3	21.25	2523.501	2410.060	95.5	--	--
Interfase 3-4	20.44	2401.165	2010.104	83.7	--	--
Interfase 4-5	20.35	2388.166	1410.170	59.0	--	--
Cara interior	20.03	2340.928	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2156.867	1250.123	58.0	--	--
Interfase 1-2	18.71	2156.867	1401.318	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.75	2162.574	1401.409	64.8	--	--
Interfase 3-4	19.56	2274.244	1401.711	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.65	2286.699	1402.165	61.3	--	--
Cara interior	19.97	2332.980	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.46	1542.175	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.46	1542.177	1400.339	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.67	1563.878	1400.534	89.6	--	--
Interfase 3-4	17.77	2033.562	1401.183	68.9	--	--
Interfase 4-5	18.22	2091.472	1402.158	67.0	--	--
Cara interior	19.86	2316.850	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.20	1086.943	852.829	78.5	--	--
Interfase 1-2	8.20	1086.945	1086.945	100.0	24.872	24.872
Interfase 2-3	8.59	1115.873	1115.873	100.0	4.454	4.454
Interfase 3-4	15.98	1815.481	1229.483	67.7	--	--
Interfase 4-5	16.79	1910.992	1399.898	73.3	--	--
Cara interior	19.75	2300.817	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.03	873.549	718.612	82.3	--	--
Interfase 1-2	5.03	873.550	873.550	100.0	27.045	51.917
Interfase 2-3	5.52	903.936	903.936	100.0	25.827	30.281
Interfase 3-4	14.90	1693.979	1101.648	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.93	1808.760	1398.216	77.3	--	--
Cara interior	19.68	2291.185	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	56.651	39.273	28.670	22.668	17.857	5.120	--	--	--	--	29.326	52.872
g _{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	12.651	41.724	23.846	115.263	58.953	--	--	--	--
M _a (g/m ²)	138.849	178.122	206.792	216.809	192.942	174.216	58.953	--	--	--	29.326	82.199

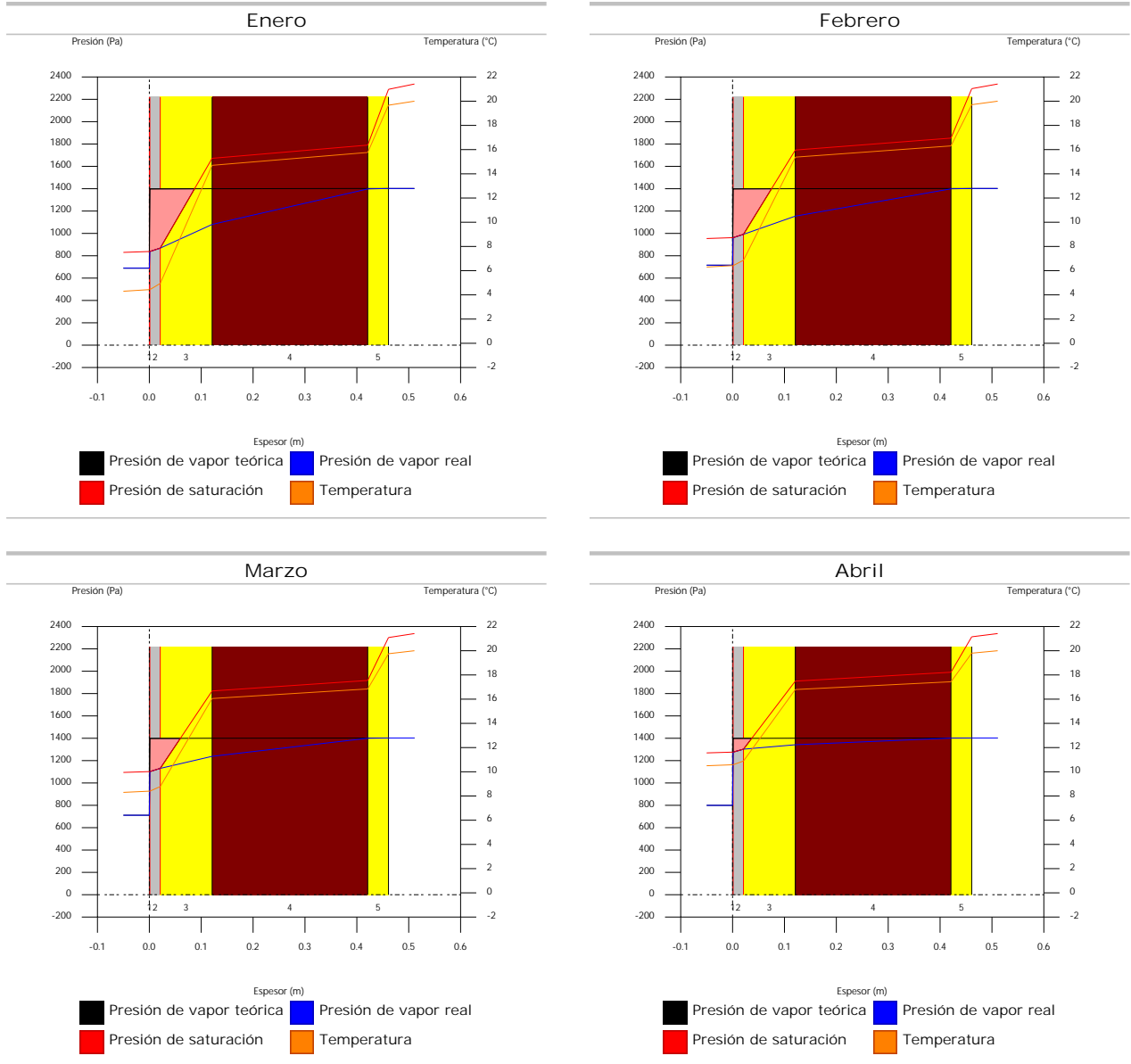
Condensaciones

donde:

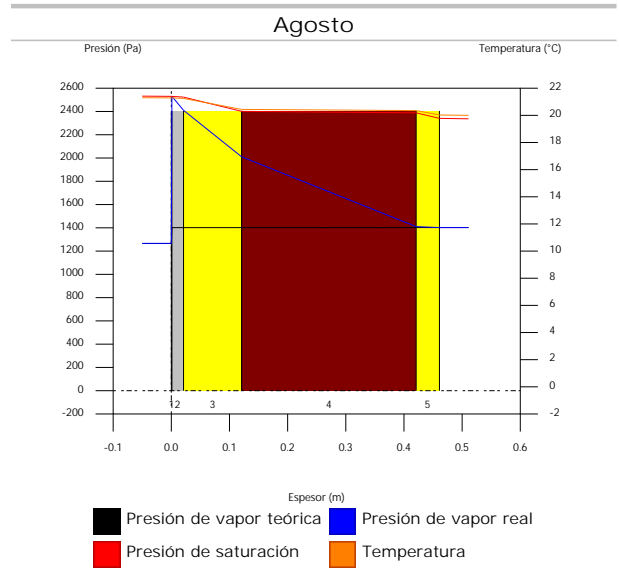
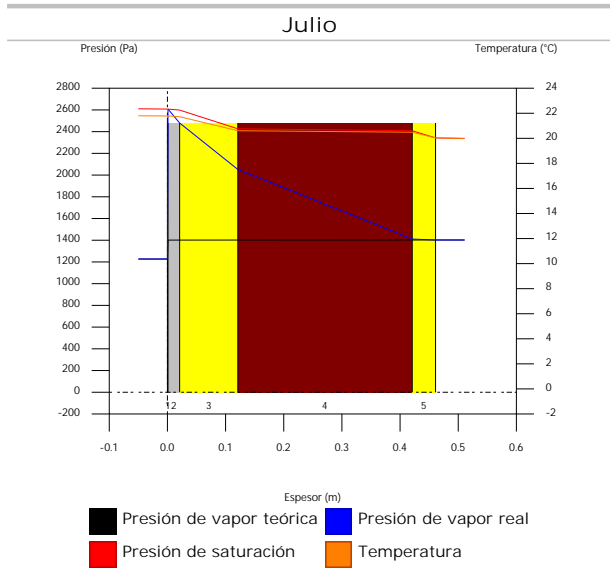
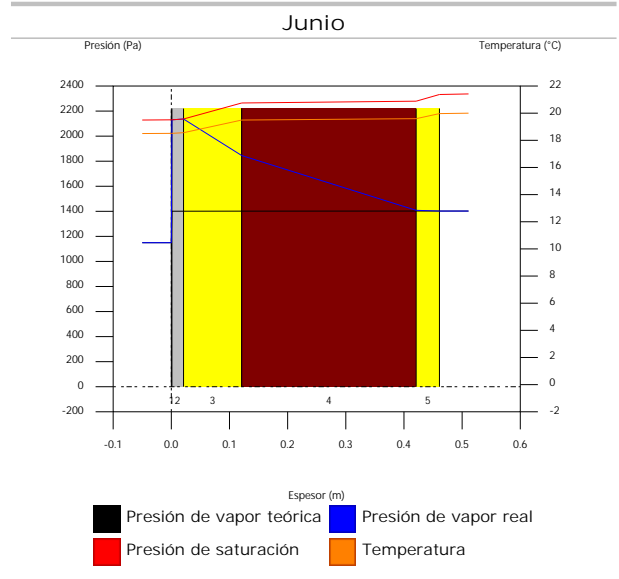
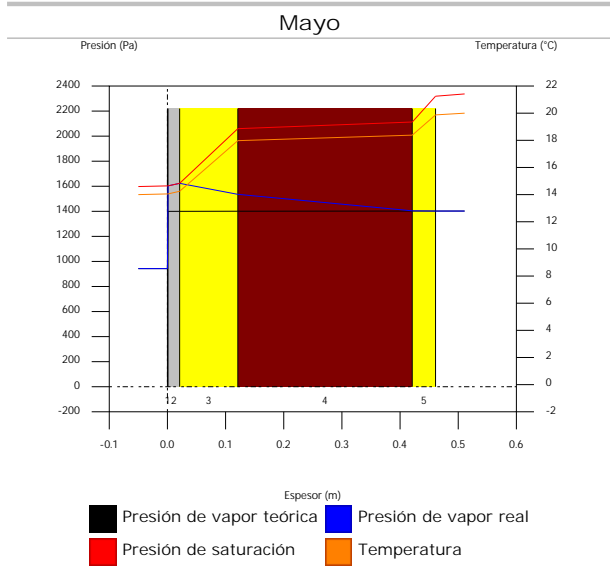
- g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- M_s : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

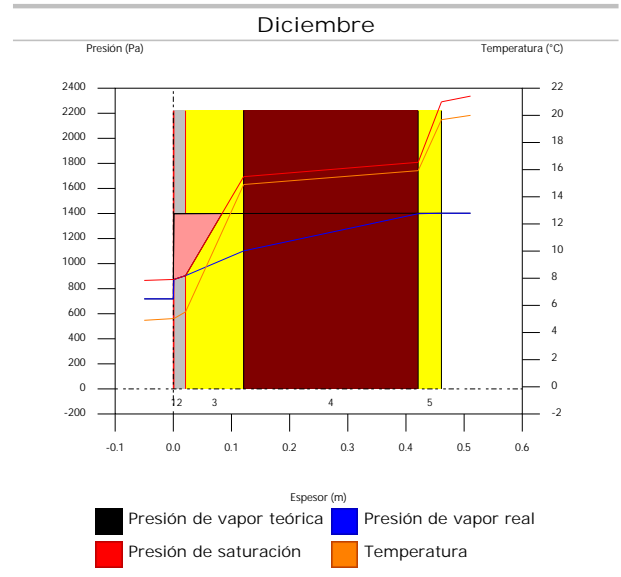
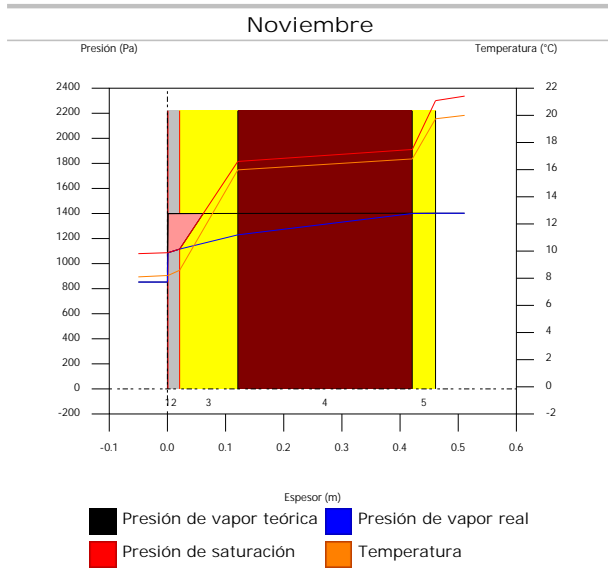
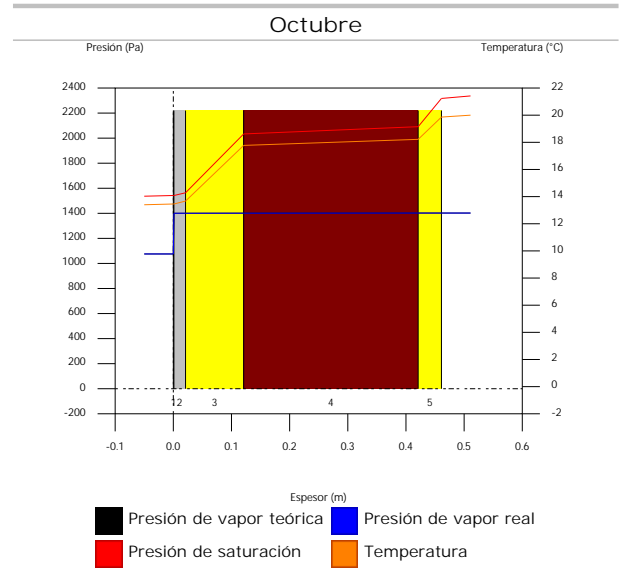
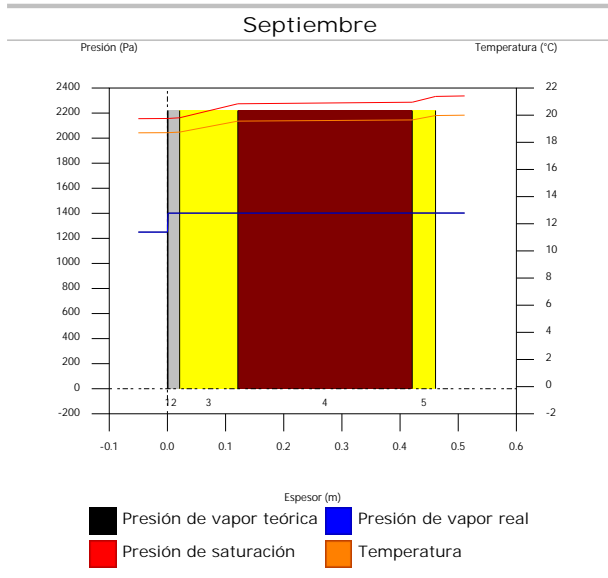
5.6.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



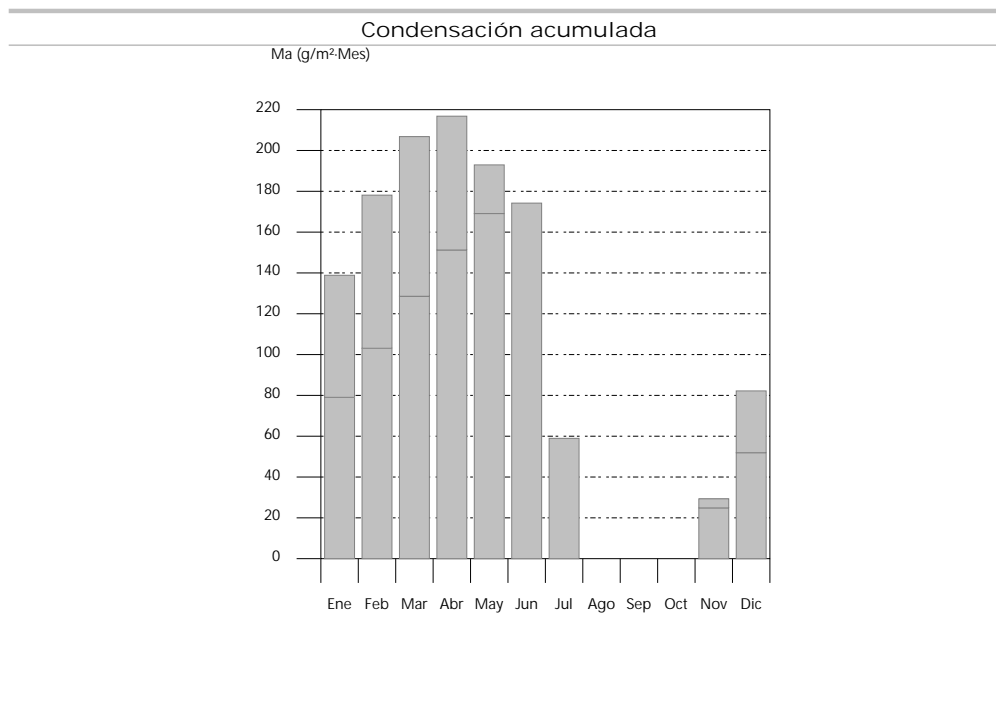
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



5.7. FOR EXT-AUL

5.7.1. Resultados del cálculo de condensaciones

5.7.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.914 \text{ } ^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.345 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,crit} \in [0.8]$.

5.7.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: diciembre, enero, febrero, marzo, abril. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

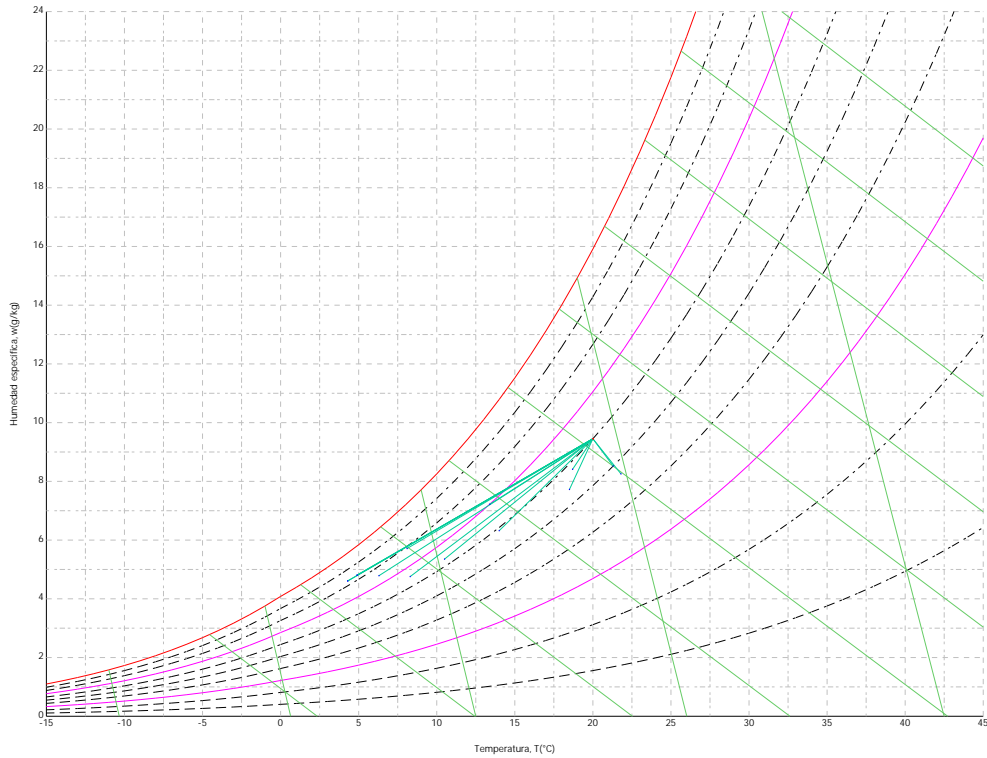
5.7.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

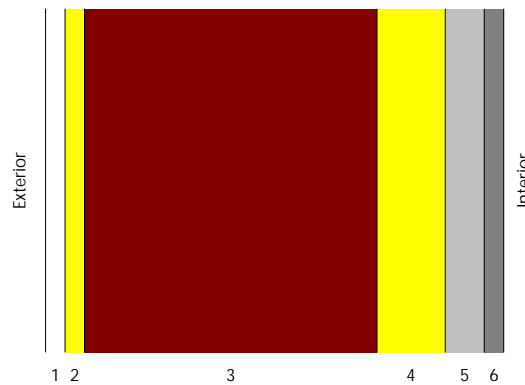
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



5.7.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FOR EXT-AUL		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R_{se}				0.17		
1	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2.0	0.570	0.03509	6	0.12
2	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	2.0	0.040	0.50000	1	0.02
3	FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30.0	1.430	0.20979	80	24
4	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	7.0	0.040	1.75000	1	0.07
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.0	0.700	0.05714	10	0.4
6	Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2.0	2.600	0.00769	30	0.6
R_{si}				0.17		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- I: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	47.0
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	2.8997
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	25.21
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.345
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.914

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.345 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

5.7.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.914 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

5.7.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfaces formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	5.22	885.371	689.042	77.8	--	--
Interfase 1-2	5.41	897.159	692.437	77.2	--	--
Interfase 2-3	8.12	1080.823	693.003	64.1	--	--
Interfase 3-4	9.25	1167.249	1167.249	100.0	106.999	197.550
Interfase 4-5	18.73	2159.233	1182.618	54.8	--	--
Interfase 5-6	19.04	2201.351	1270.439	57.7	--	--
Cara interior	19.08	2207.075	1402.171	63.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	7.10	1008.454	715.662	71.0	--	--
Interfase 1-2	7.27	1019.981	718.930	70.5	--	--
Interfase 2-3	9.63	1197.313	719.475	60.1	--	--
Interfase 3-4	10.62	1279.446	1279.446	100.0	44.194	241.745
Interfase 4-5	18.89	2181.194	1287.475	59.0	--	--
Interfase 5-6	19.16	2218.233	1333.353	60.1	--	--
Cara interior	19.20	2223.261	1402.171	63.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.99	1146.365	711.302	62.0	--	--
Interfase 1-2	9.13	1157.375	714.591	61.7	--	--
Interfase 2-3	11.14	1324.705	715.139	54.0	0.625	0.625
Interfase 3-4	11.99	1401.015	1401.015	100.0	-14.727	227.018
Interfase 4-5	19.05	2203.350	1401.091	63.6	--	--
Interfase 5-6	19.28	2235.228	1401.523	62.7	--	--
Cara interior	19.31	2239.550	1402.171	62.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	11.06	1316.986	799.495	60.7	--	--
Interfase 1-2	11.17	1327.078	802.364	60.5	2501.698	2501.698
Interfase 2-3	12.81	1478.455	1478.455	100.0	-0.625	--
Interfase 3-4	13.50	1546.353	1546.353	100.0	-71.321	155.697
Interfase 4-5	19.23	2227.949	1536.920	69.0	--	--
Interfase 5-6	19.42	2254.055	1483.021	65.8	--	--
Cara interior	19.44	2257.589	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.35	1634.567	942.661	57.7	--	--
Interfase 1-2	14.42	1642.262	1642.262	100.0	-2501.698	--
Interfase 2-3	15.46	1755.422	1642.398	93.6	--	--
Interfase 3-4	15.89	1804.901	1804.901	100.0	-155.697	--
Interfase 4-5	19.51	2267.579	1778.554	78.4	--	--
Interfase 5-6	19.63	2284.291	1628.001	71.3	--	--
Cara interior	19.65	2286.549	1402.171	61.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.59	2140.329	1149.432	53.7	--	--
Interfase 1-2	18.61	2142.761	1150.635	53.7	--	--
Interfase 2-3	18.86	2177.688	1150.835	52.8	--	--
Interfase 3-4	18.97	2192.490	1391.444	63.5	--	--
Interfase 4-5	19.88	2319.436	1392.145	60.0	--	--
Interfase 5-6	19.91	2323.688	1396.155	60.1	--	--
Cara interior	19.91	2324.260	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.69	2593.602	1226.874	47.3	--	--
Interfase 1-2	21.67	2590.152	1227.708	47.4	--	--
Interfase 2-3	21.36	2541.436	1227.847	48.3	--	--
Interfase 3-4	21.23	2521.235	1394.730	55.3	--	--
Interfase 4-5	20.15	2358.122	1395.217	59.2	--	--
Interfase 5-6	20.11	2352.955	1397.999	59.4	--	--
Cara interior	20.11	2352.260	1402.171	59.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.22	2519.952	1265.876	50.2	--	--
Interfase 1-2	21.21	2517.523	1266.525	50.3	--	--
Interfase 2-3	20.98	2483.124	1266.633	51.0	--	--
Interfase 3-4	20.89	2468.814	1396.386	56.6	--	--
Interfase 4-5	20.11	2352.224	1396.764	59.4	--	--
Interfase 5-6	20.08	2348.500	1398.927	59.6	--	--
Cara interior	20.08	2347.999	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _v (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.78	2165.679	1250.123	57.7	--	--
Interfase 1-2	18.79	2167.808	1250.847	57.7	--	--
Interfase 2-3	19.02	2198.359	1250.968	56.9	--	--
Interfase 3-4	19.11	2211.289	1395.717	63.1	--	--
Interfase 4-5	19.89	2321.765	1396.139	60.1	--	--
Interfase 5-6	19.92	2325.452	1398.552	60.1	--	--
Cara interior	19.92	2325.949	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_v: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _v (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.79	1575.774	1075.604	68.3	--	--
Interfase 1-2	13.87	1583.973	1077.158	68.0	--	--
Interfase 2-3	15.00	1704.939	1077.417	63.2	--	--
Interfase 3-4	15.48	1758.058	1388.310	79.0	--	--
Interfase 4-5	19.47	2260.741	1389.217	61.4	--	--
Interfase 5-6	19.60	2279.083	1394.398	61.2	--	--
Cara interior	19.61	2281.562	1402.171	61.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_v: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.80	1131.864	852.829	75.3	--	--
Interfase 1-2	8.94	1142.940	855.444	74.8	--	--
Interfase 2-3	10.99	1311.451	855.880	65.3	--	--
Interfase 3-4	11.85	1388.418	1378.855	99.3	--	--
Interfase 4-5	19.04	2201.125	1380.380	62.7	--	--
Interfase 5-6	19.27	2233.524	1389.096	62.2	--	--
Cara interior	19.30	2237.917	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.79	920.824	718.612	78.0	--	--
Interfase 1-2	5.97	932.557	721.866	77.4	--	--
Interfase 2-3	8.57	1114.674	722.408	64.8	--	--
Interfase 3-4	9.66	1199.962	1199.962	100.0	90.552	90.552
Interfase 4-5	18.78	2165.801	1213.190	56.0	--	--
Interfase 5-6	19.07	2206.404	1288.782	58.4	--	--
Cara interior	19.11	2211.920	1402.171	63.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es diciembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												

Condensaciones

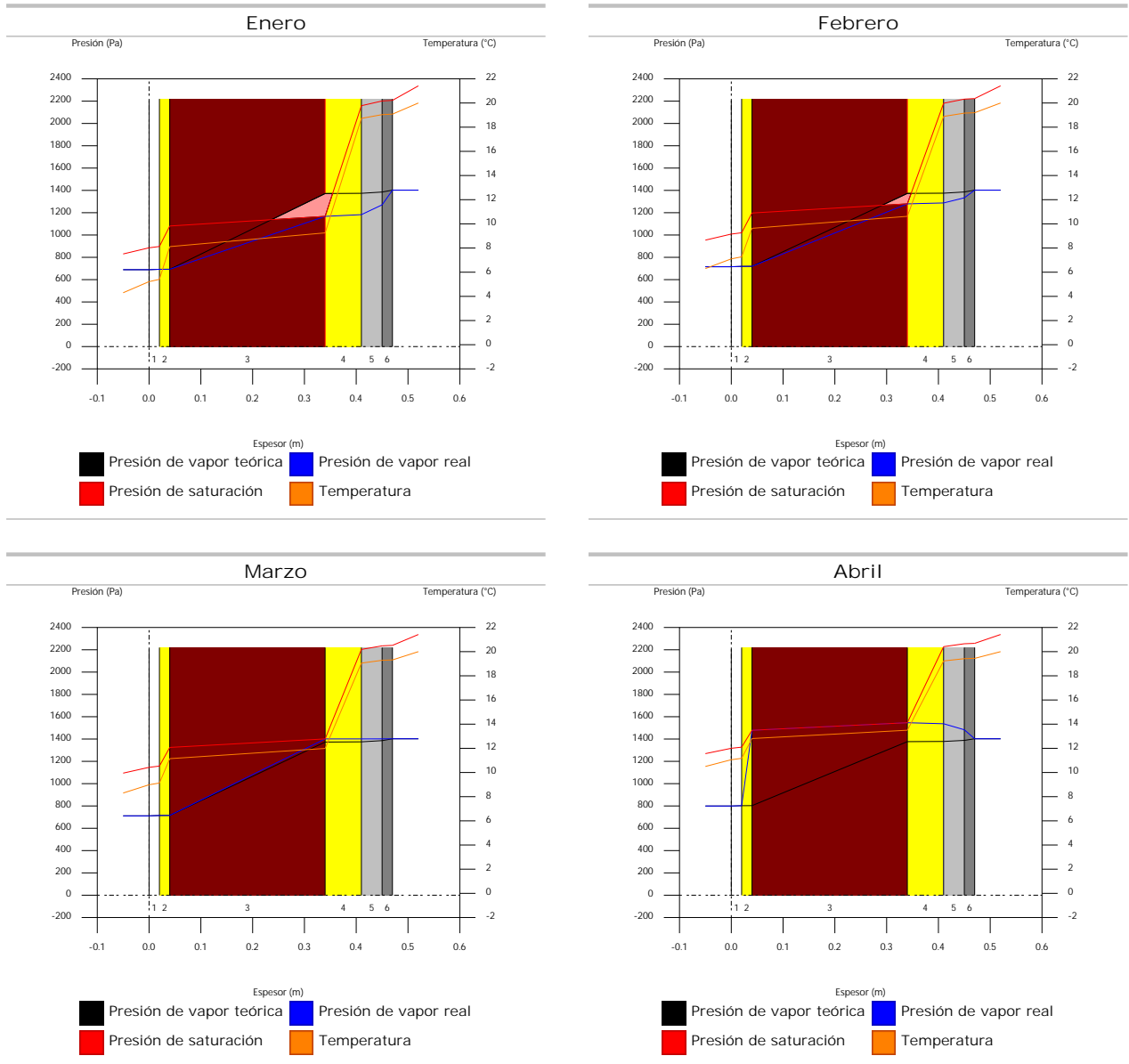
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
g_c g/(m ² .mes)	106.999	44.194	0.625	2501.698	--	--	--	--	--	--	--	90.552
g_{ev} g/(m ² .mes)	--	--	14.727	71.946	2657.395	--	--	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	197.550	241.745	227.643	2657.395	--	--	--	--	--	--	--	90.552

donde:

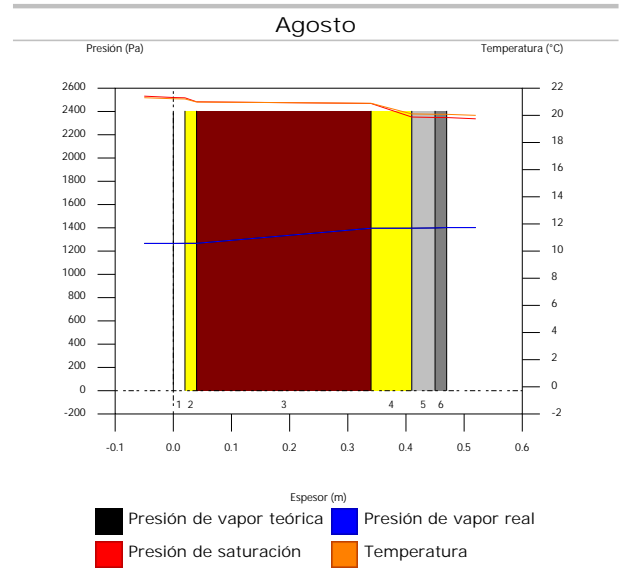
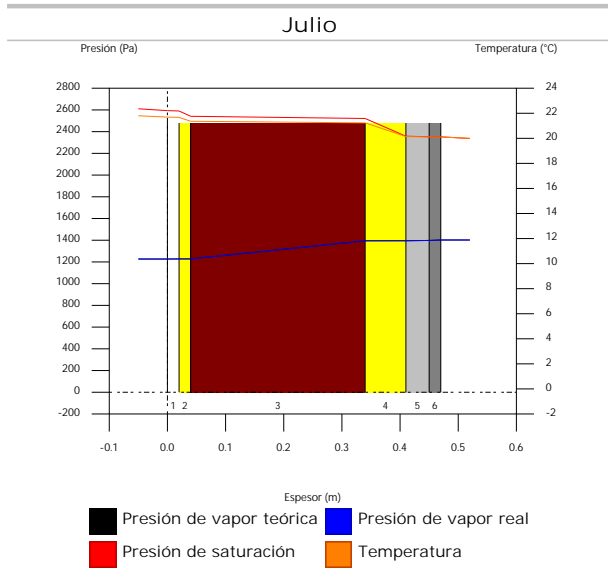
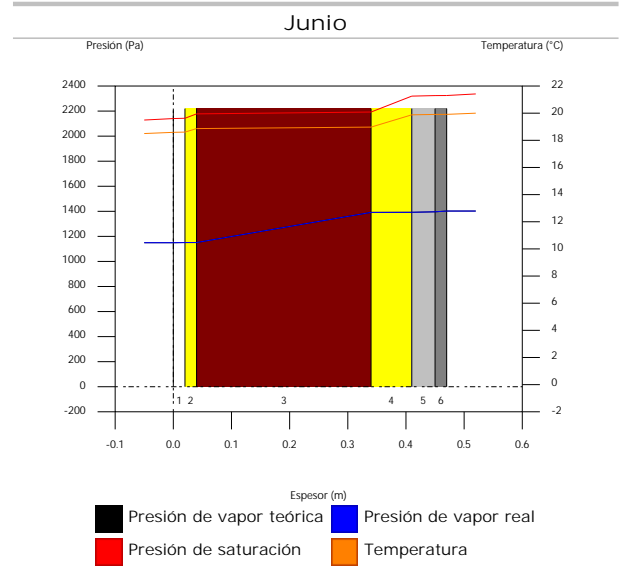
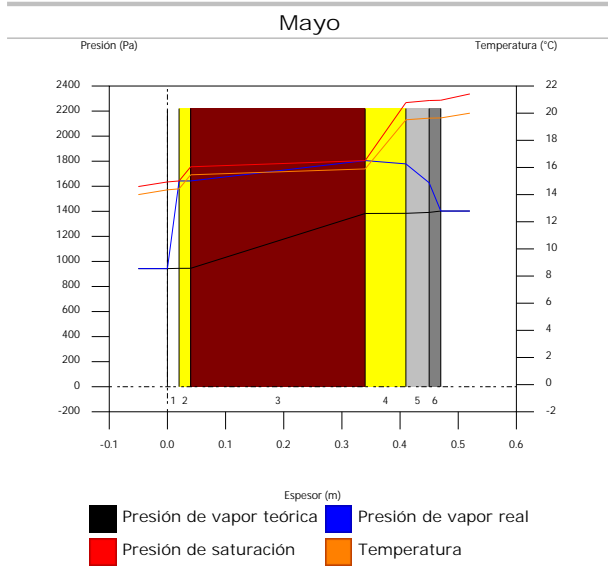
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m².mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

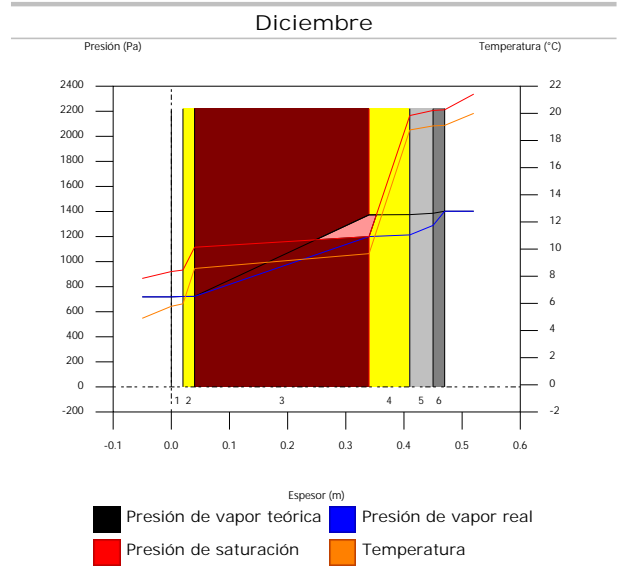
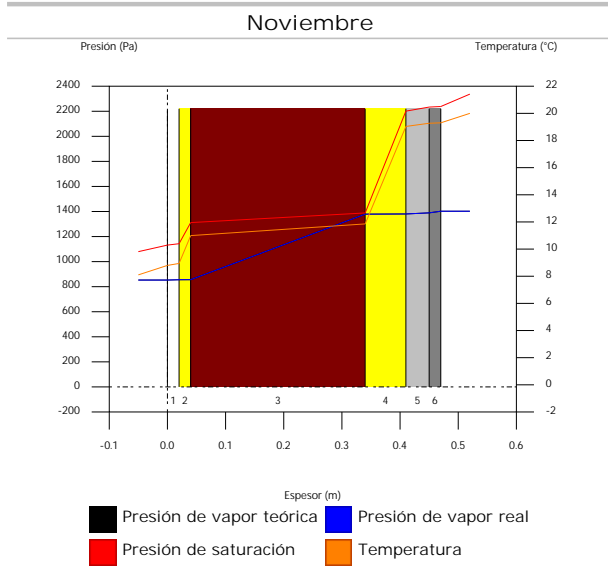
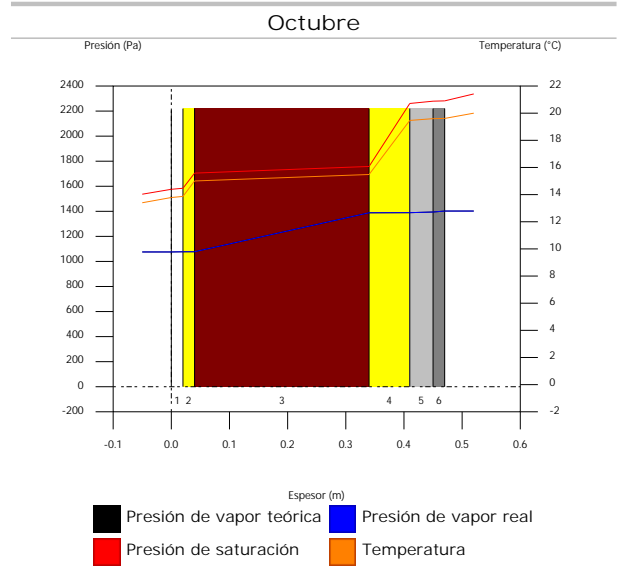
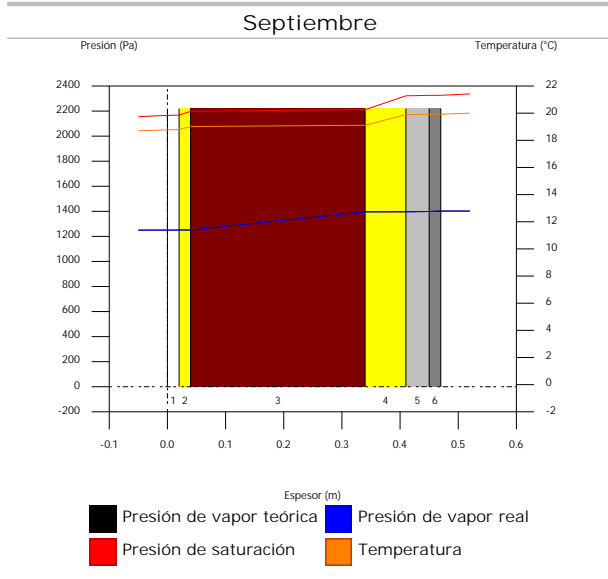
5.7.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



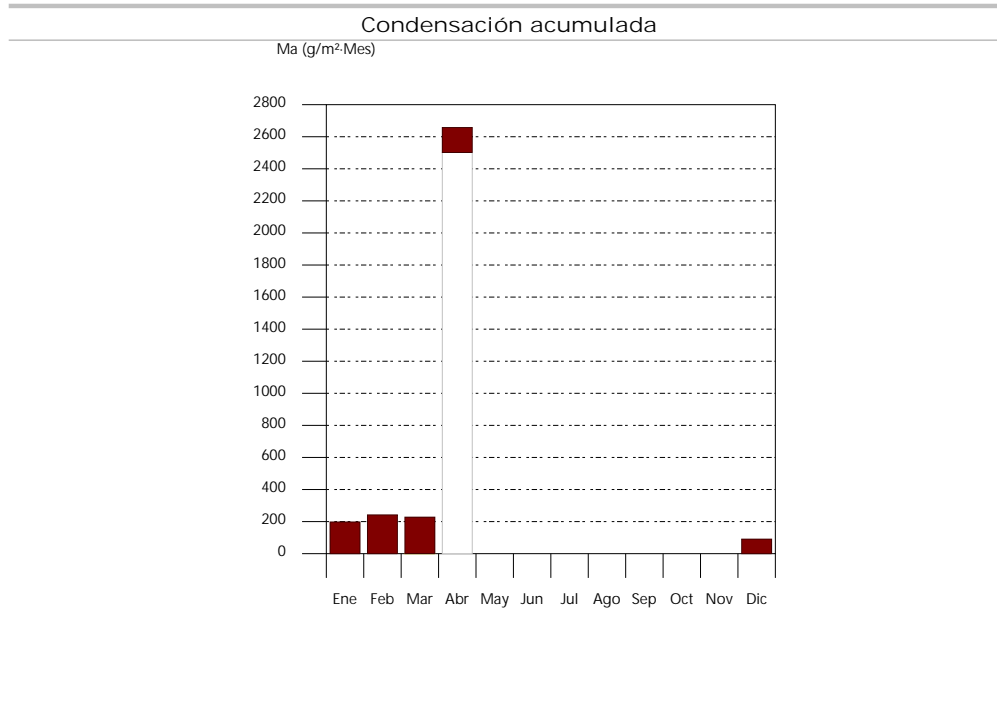
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



6. ZONA 6

6.1. FAC SUR

6.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

6.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.
donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{sl,cr} \leq 0.8$.

6.1.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

6.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

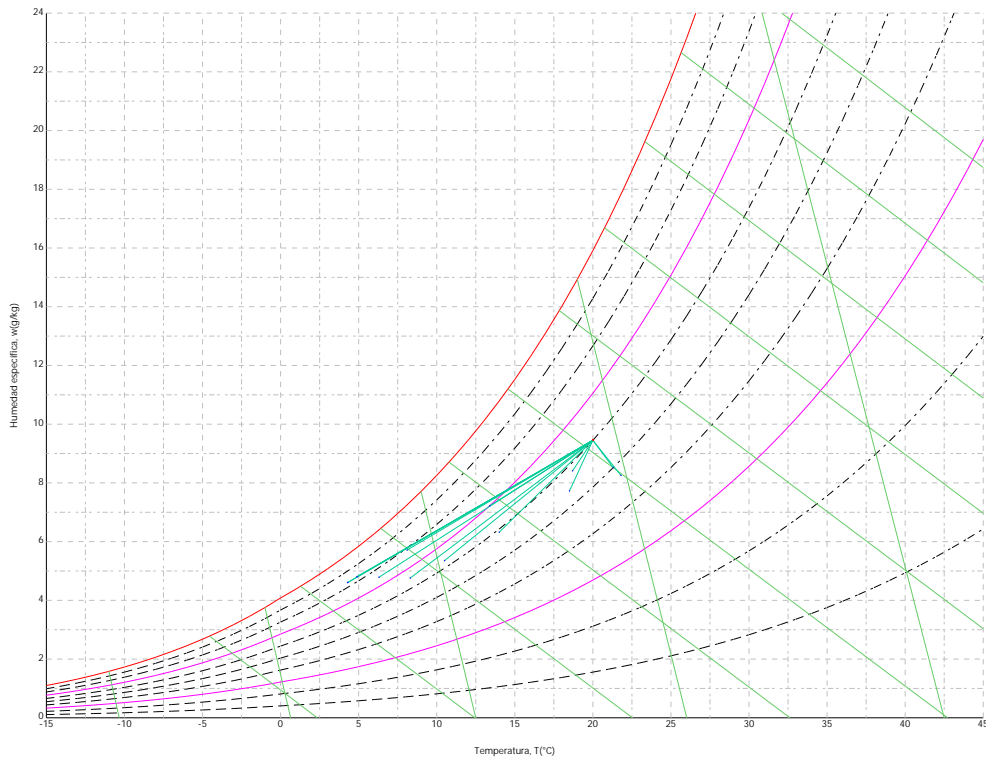
Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición

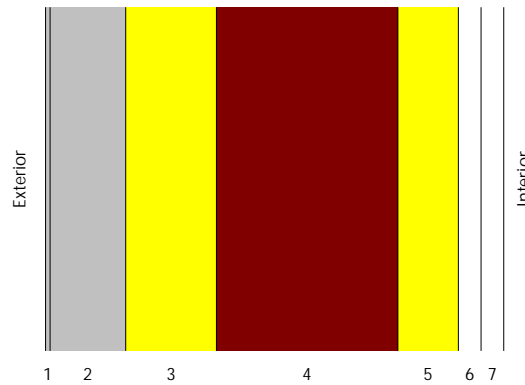
Condensaciones

exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



6.1.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC SUR		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R _{si}				0.13		

Condensaciones

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.296 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

6.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Condensaciones

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

6.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

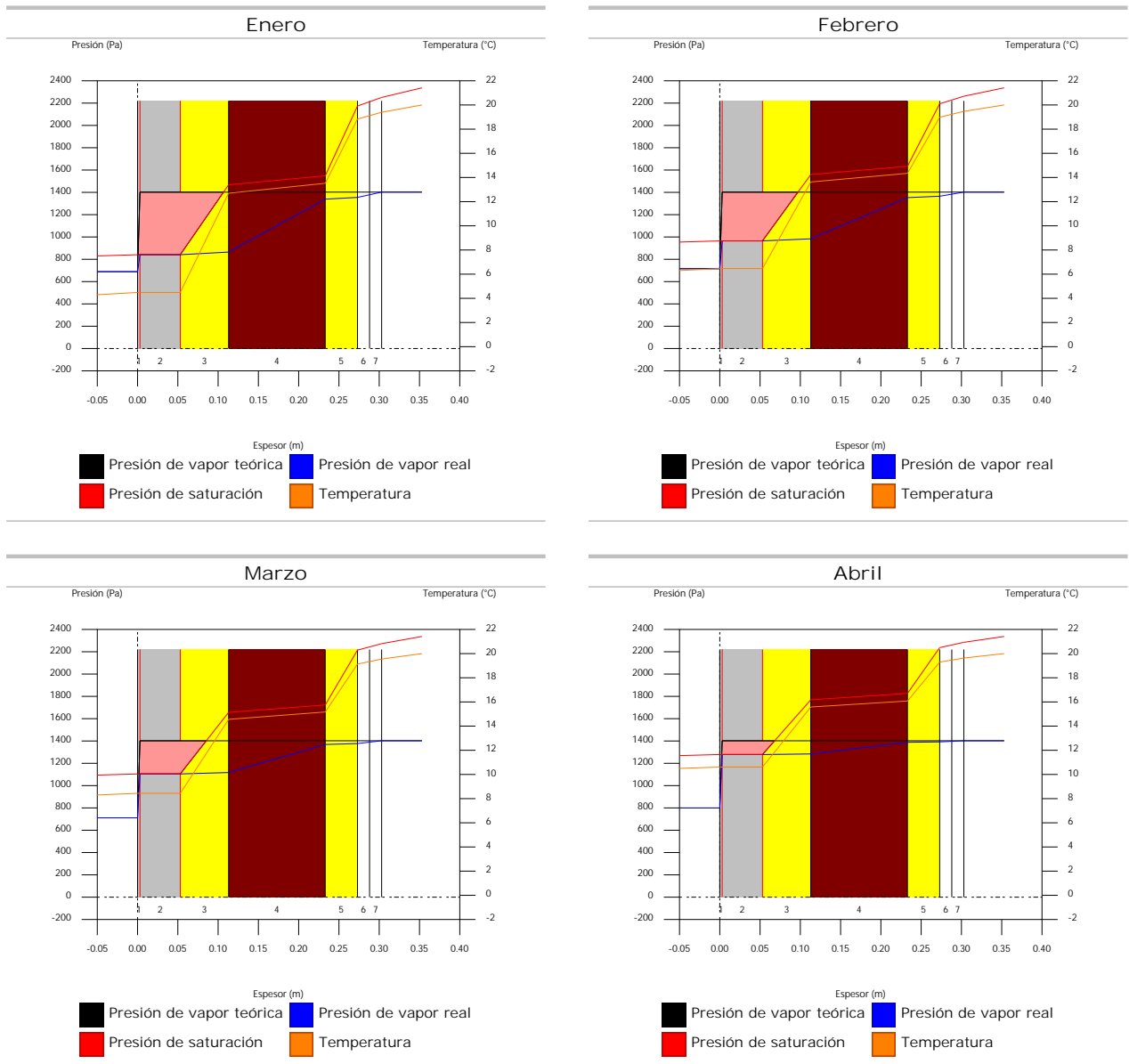
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

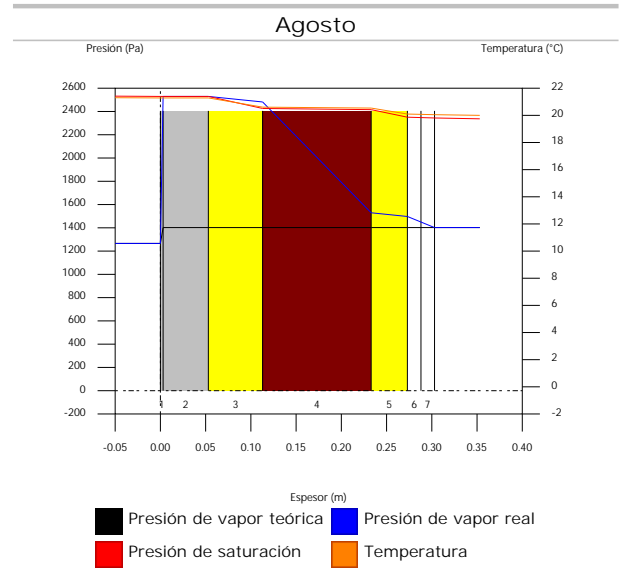
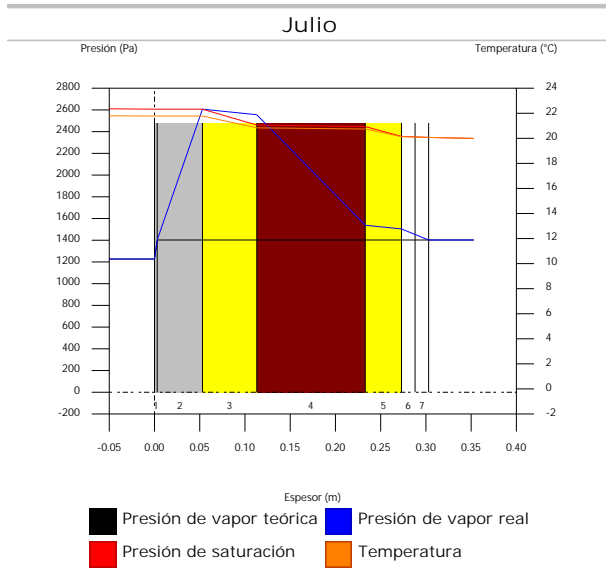
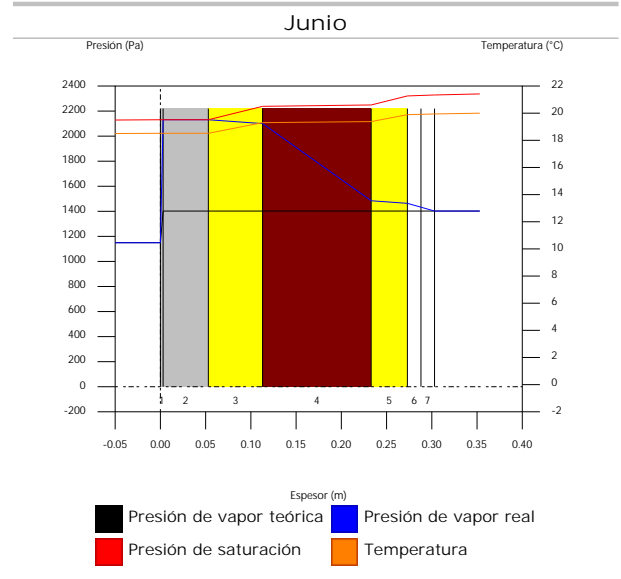
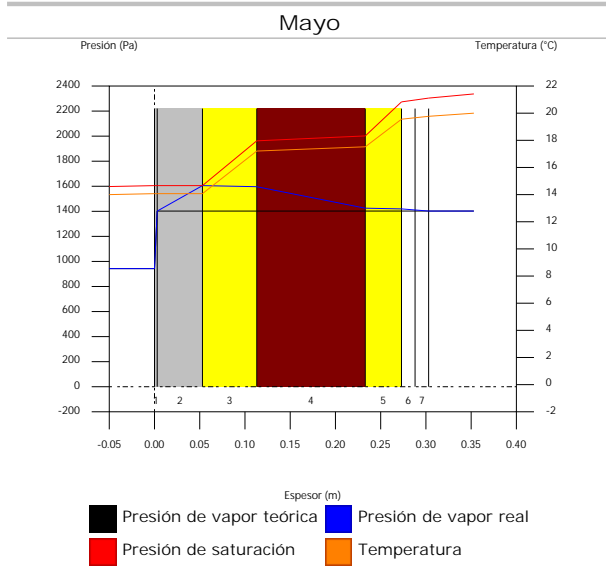
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

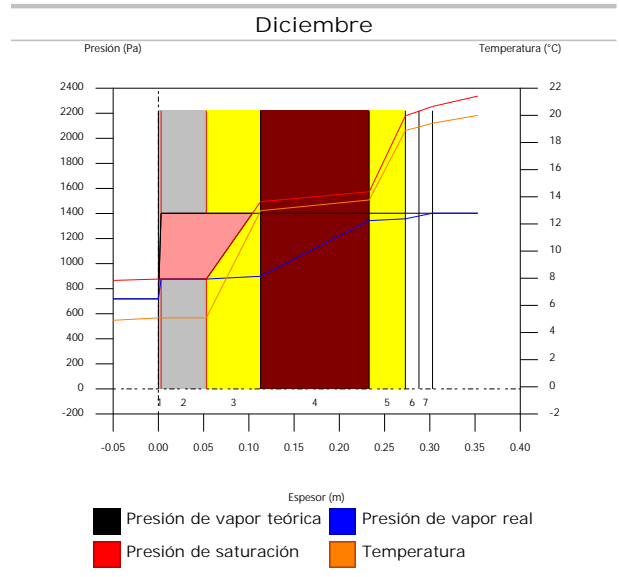
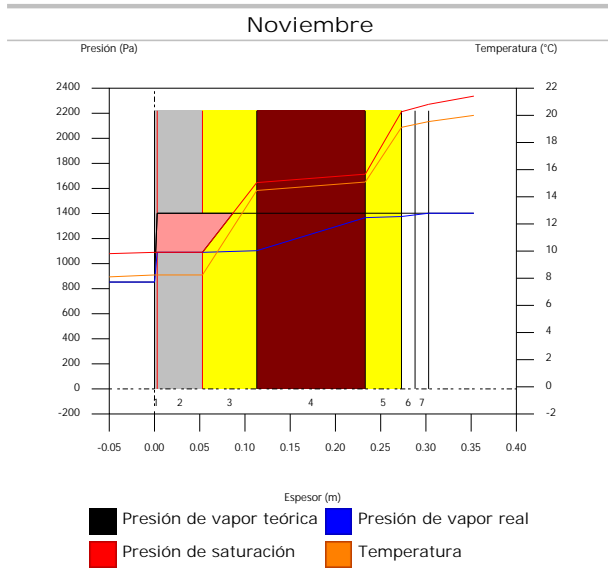
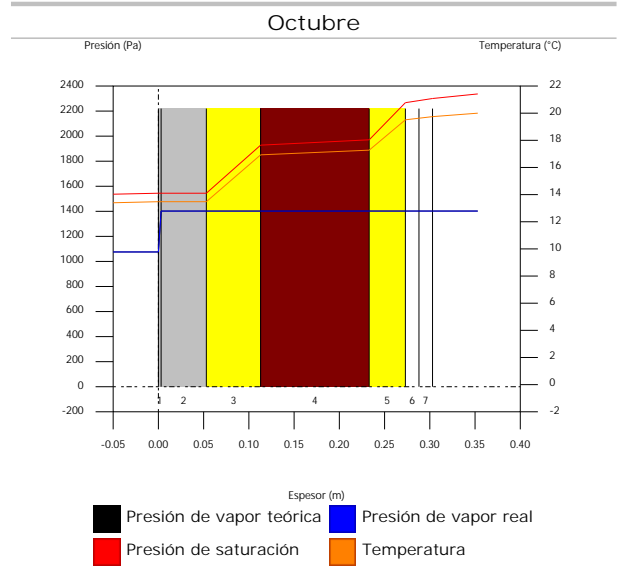
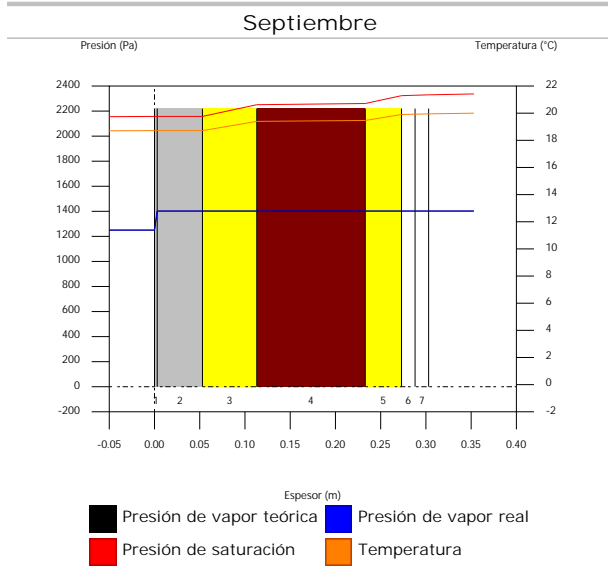
6.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



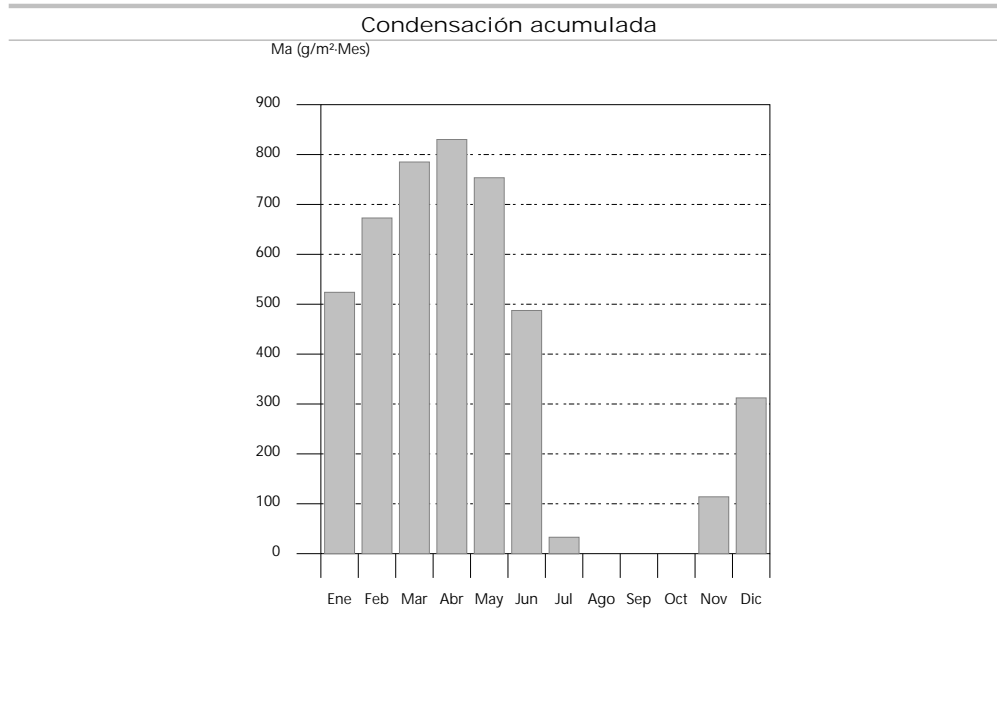
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



6.2. FAC OESTE

6.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

6.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.919 \text{ }^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.324 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \in [0.8]$.

6.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

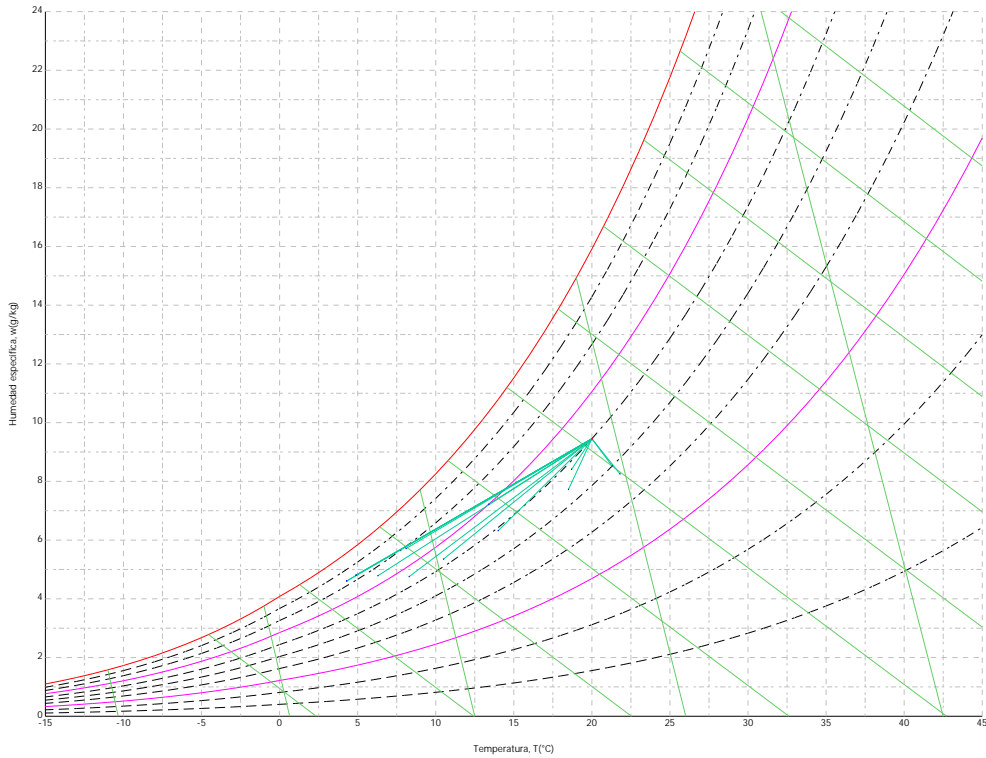
6.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

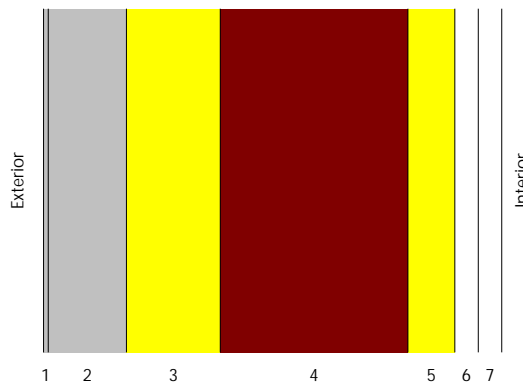
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



6.2.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC OESTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	29.3
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	3.0883
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	3001.42
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.324
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.919

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.324$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

6.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.919 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

6.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.50	842.098	689.042	81.8	--	--
Interfase 1-2	4.50	842.106	842.106	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.50	842.106	842.106	100.0	212.777	526.466
Interfase 3-4	13.47	1544.065	865.938	56.1	--	--
Interfase 4-5	14.37	1636.678	1342.589	82.0	--	--
Interfase 5-6	18.73	2159.309	1354.506	62.7	--	--
Interfase 6-7	19.03	2200.829	1378.338	62.6	--	--
Cara interior	19.34	2243.045	1402.171	62.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.48	965.972	715.662	74.1	--	--
Interfase 1-2	6.48	965.980	965.980	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.48	965.980	965.980	100.0	149.678	676.144
Interfase 3-4	14.31	1629.718	984.542	60.4	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.162	1355.767	79.1	--	--
Interfase 5-6	18.89	2181.261	1365.048	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.16	2217.774	1383.609	62.4	--	--
Cara interior	19.42	2254.821	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.45	1105.628	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.45	1105.636	1105.636	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.45	1105.636	1105.636	100.0	112.658	788.802
Interfase 3-4	15.14	1719.510	1118.255	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.81	1794.844	1370.624	76.4	--	--
Interfase 5-6	19.05	2203.408	1376.934	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.28	2234.834	1389.552	62.2	--	--
Cara interior	19.51	2266.651	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.62	1279.498	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.62	1279.505	1279.505	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.62	1279.505	1279.505	100.0	45.099	833.901
Interfase 3-4	16.05	1823.265	1284.725	70.5	--	--
Interfase 4-5	16.59	1887.422	1389.121	73.6	--	--
Interfase 5-6	19.23	2227.996	1391.731	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.42	2253.732	1396.951	62.0	--	--
Cara interior	19.60	2279.727	1402.171	61.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.08	1605.805	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.08	1605.811	1401.953	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.08	1605.811	1605.811	100.0	-77.484	756.417
Interfase 3-4	17.51	1999.651	1597.145	79.9	--	--
Interfase 4-5	17.85	2043.334	1423.835	69.7	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.609	1419.502	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.63	2284.085	1410.836	61.8	--	--
Cara interior	19.75	2300.665	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.169	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.170	2131.170	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2131.170	2131.170	100.0	-268.024	488.393
Interfase 3-4	19.38	2248.273	2100.149	93.4	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.287	1479.724	65.5	--	--
Interfase 5-6	19.88	2319.444	1464.213	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.91	2323.635	1433.192	61.7	--	--
Cara interior	19.94	2327.833	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.657	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.654	1402.088	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.654	2606.654	100.0	-457.848	30.545
Interfase 3-4	20.75	2447.390	2555.400	104.4	--	--
Interfase 4-5	20.65	2431.941	1530.307	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.15	2358.112	1504.680	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.11	2353.018	1453.425	61.8	--	--
Cara interior	20.08	2347.934	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.141	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.139	2529.139	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.139	2529.139	100.0	-30.545	--
Interfase 3-4	20.54	2416.264	2481.183	102.7	--	--
Interfase 4-5	20.47	2405.222	1522.061	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.11	2352.217	1498.083	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.08	2348.545	1450.127	61.7	--	--
Cara interior	20.05	2344.879	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.656	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.657	1402.099	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.657	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.46	2259.924	1402.102	62.0	--	--
Interfase 4-5	19.53	2270.380	1402.163	61.8	--	--
Interfase 5-6	19.89	2321.772	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.92	2325.407	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.047	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1545.162	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1545.168	1402.016	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1545.168	1402.017	90.7	--	--
Interfase 3-4	17.26	1968.393	1402.024	71.2	--	--
Interfase 4-5	17.63	2015.832	1402.154	69.6	--	--
Interfase 5-6	19.47	2260.775	1402.158	62.0	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.856	1402.164	61.5	--	--
Cara interior	19.72	2297.064	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.25	1090.906	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.25	1090.913	1090.913	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.25	1090.913	1090.913	100.0	114.437	114.437
Interfase 3-4	15.05	1710.340	1104.158	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.73	1786.629	1369.058	76.6	--	--
Interfase 5-6	19.04	2201.184	1375.681	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.27	2233.123	1388.926	62.2	--	--
Cara interior	19.50	2265.466	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.10	877.698	718.612	81.9	--	--
Interfase 1-2	5.10	877.706	877.706	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.10	877.706	877.706	100.0	199.252	313.689
Interfase 3-4	13.72	1569.336	900.024	57.4	--	--
Interfase 4-5	14.59	1659.594	1346.377	81.1	--	--
Interfase 5-6	18.78	2165.875	1357.535	62.7	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.901	1379.853	62.6	--	--
Cara interior	19.36	2246.572	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

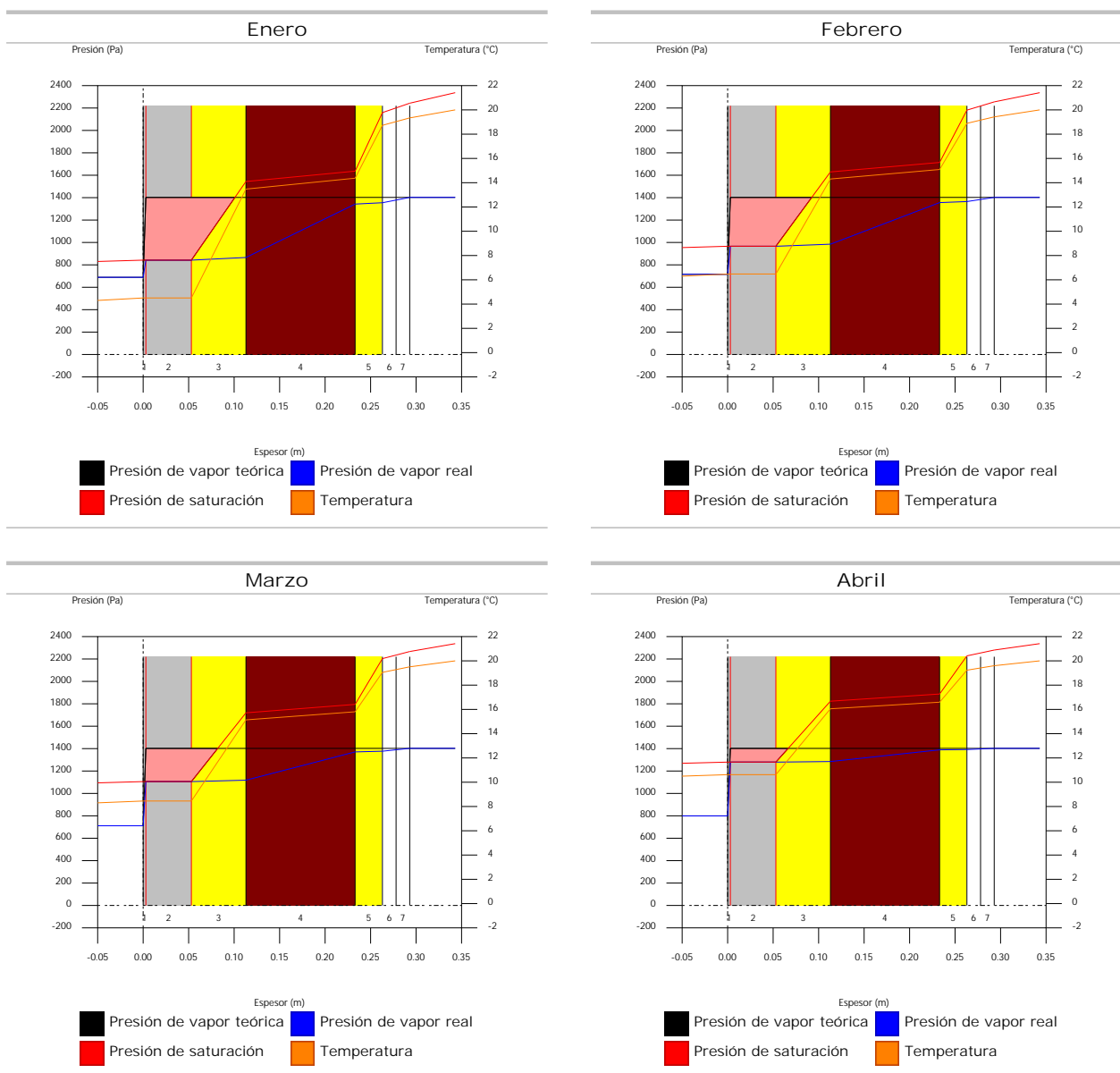
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	212.777	149.678	112.658	45.099	0.036	--	0.215	--	--	--	114.437	199.252
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	77.484	268.060	457.848	30.760	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	526.466	676.144	788.802	833.901	756.453	488.393	30.760	--	--	--	114.437	313.689

donde:

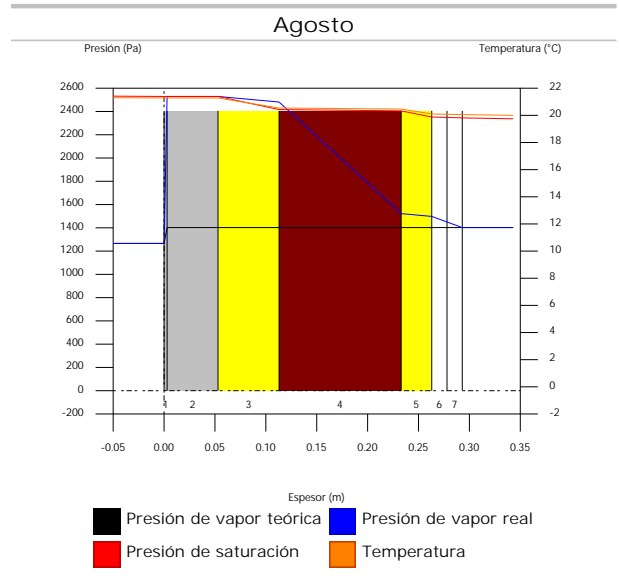
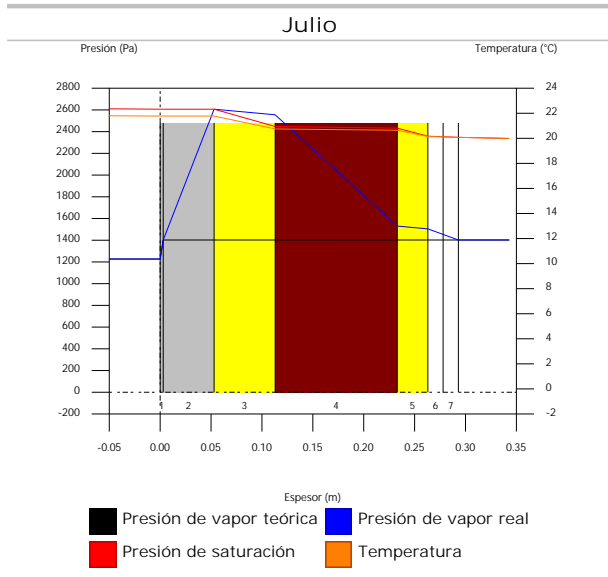
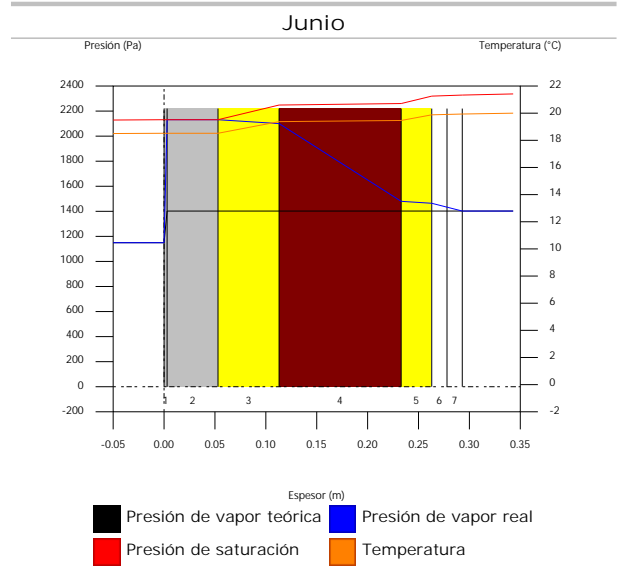
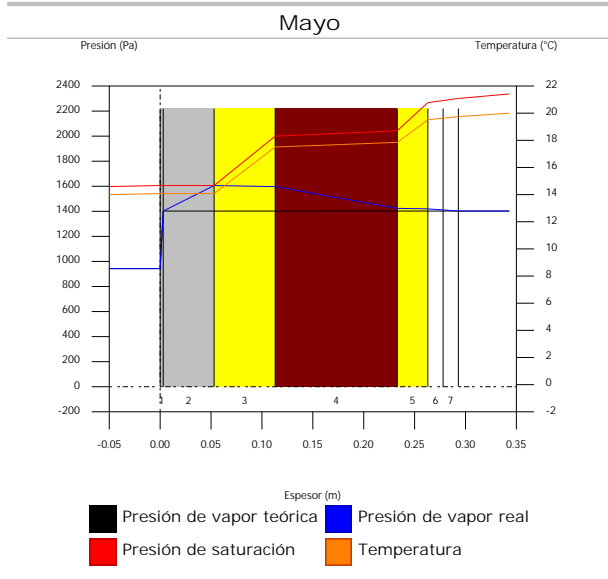
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

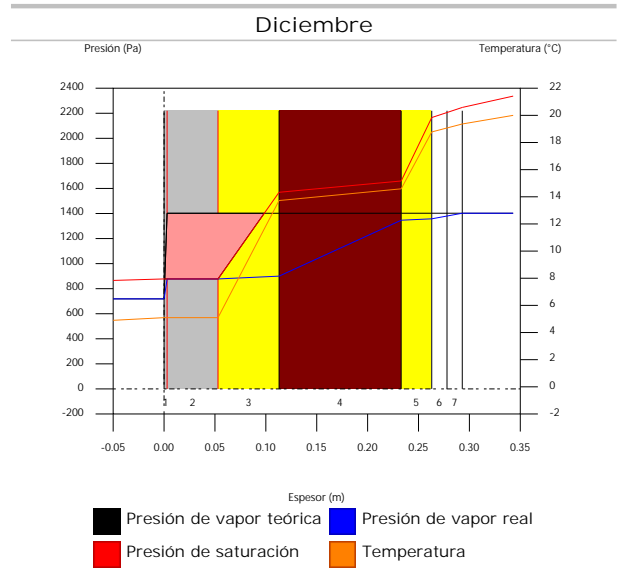
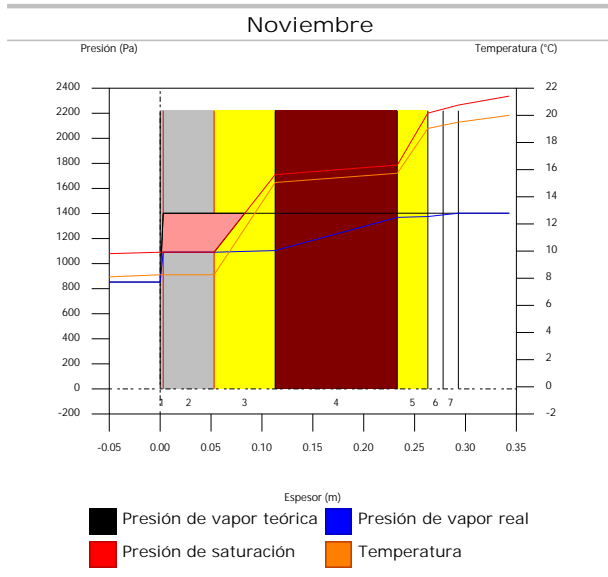
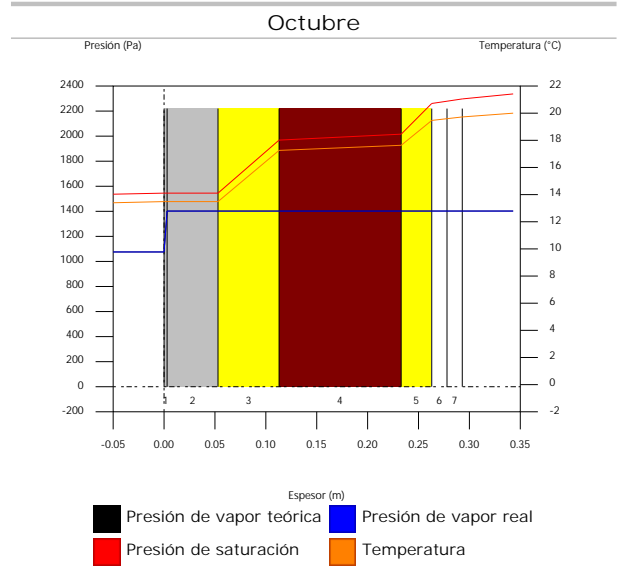
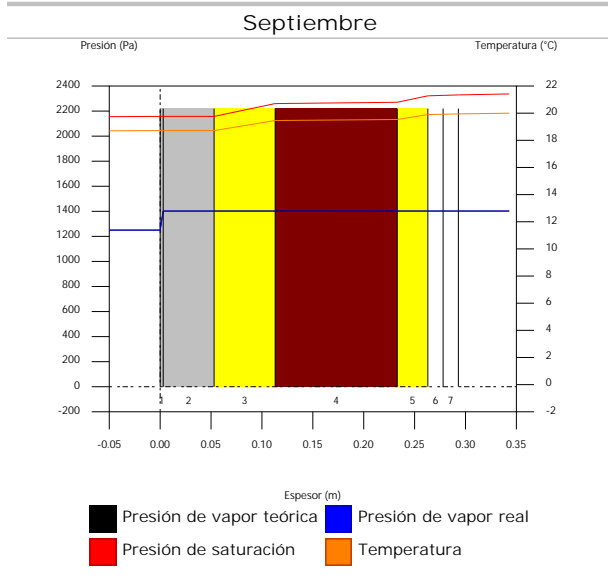
6.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



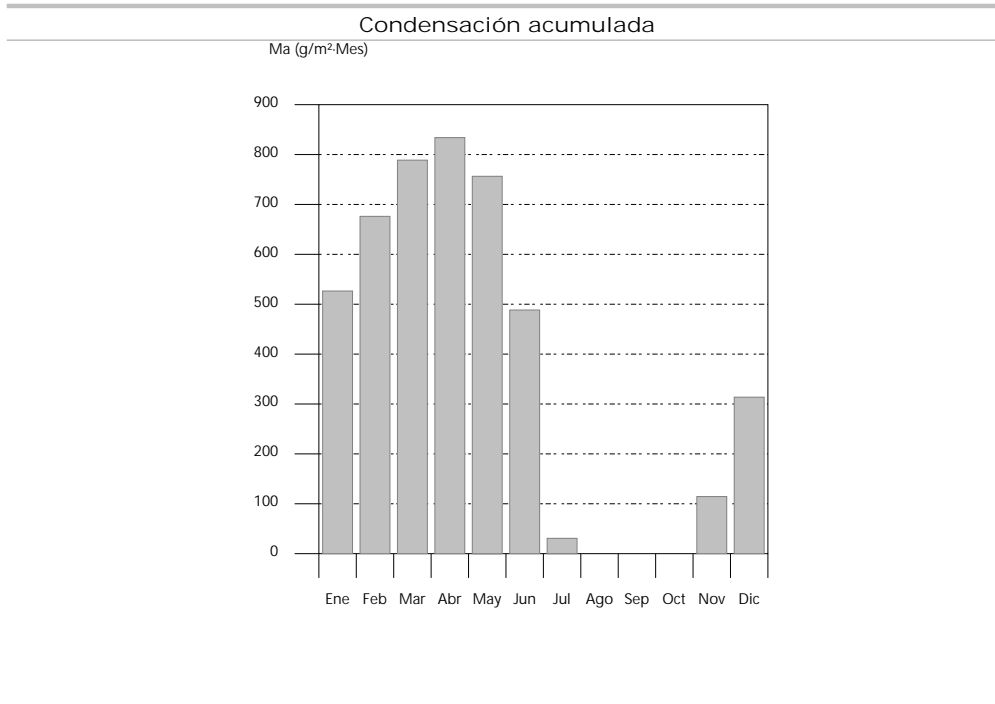
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



6.3. FAC ESTE

6.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

6.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

6.3.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

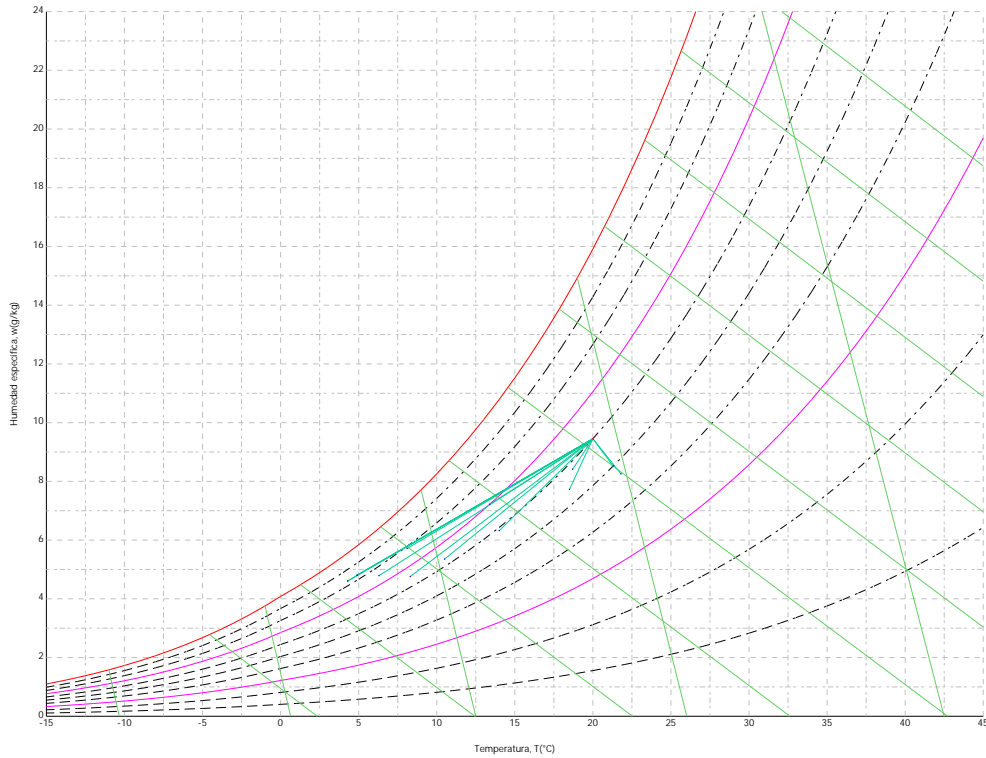
6.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

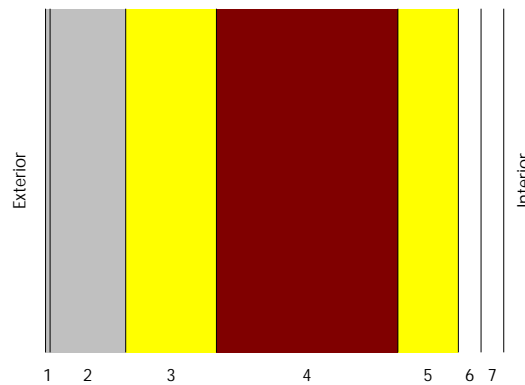
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



6.3.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC ESTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

6.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

6.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

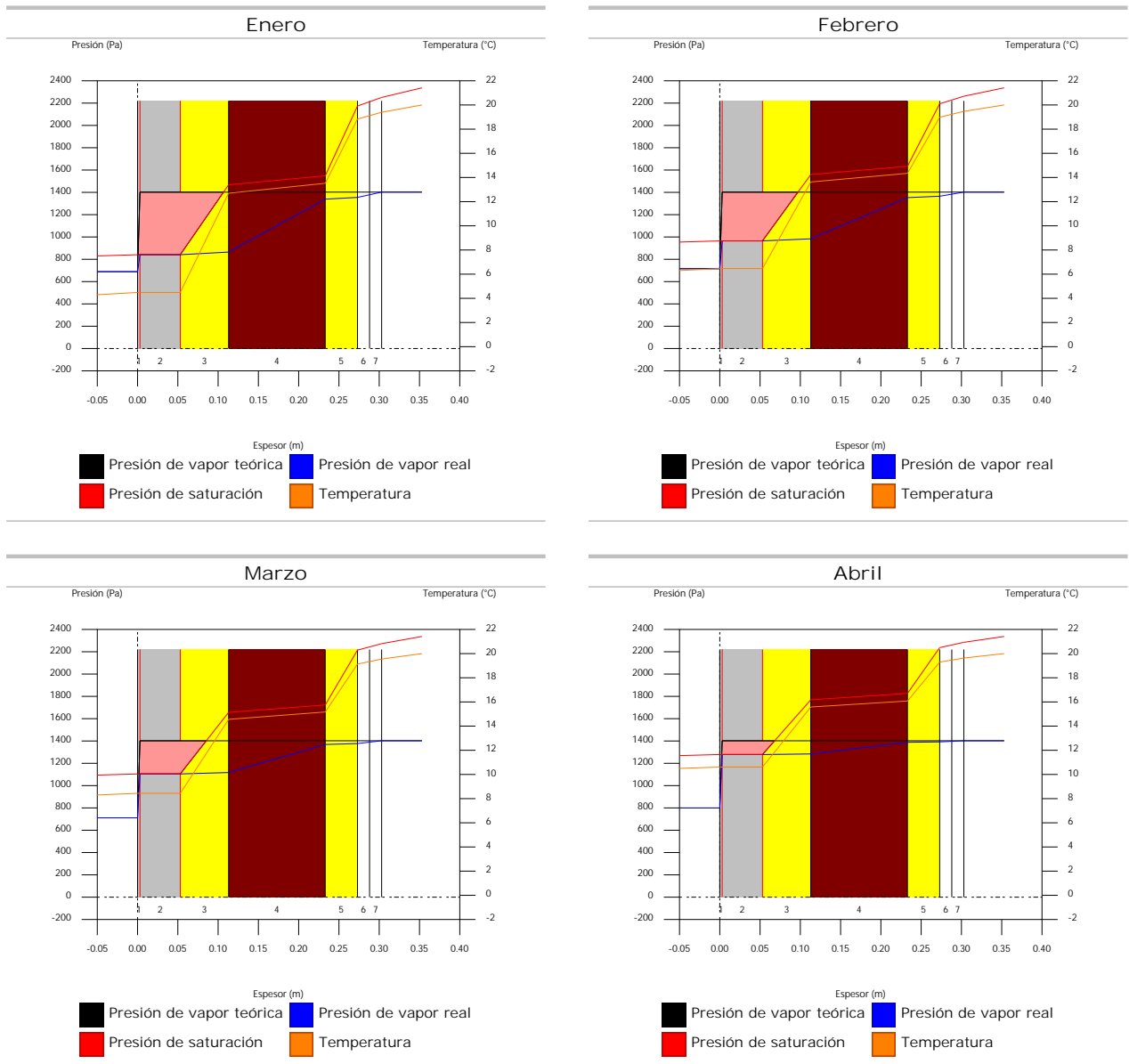
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

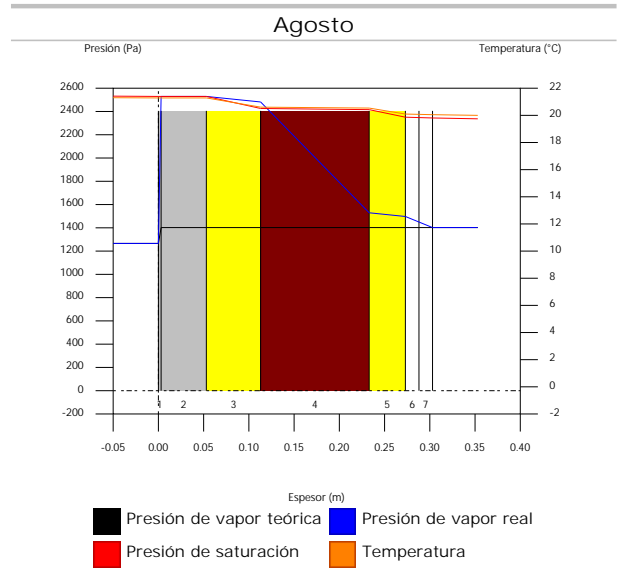
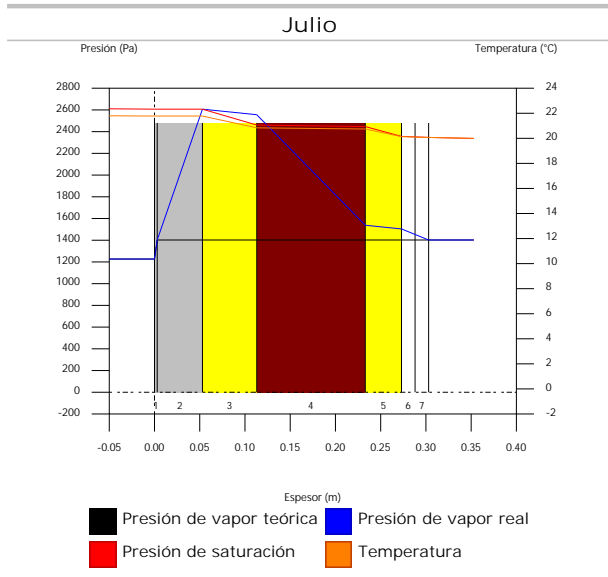
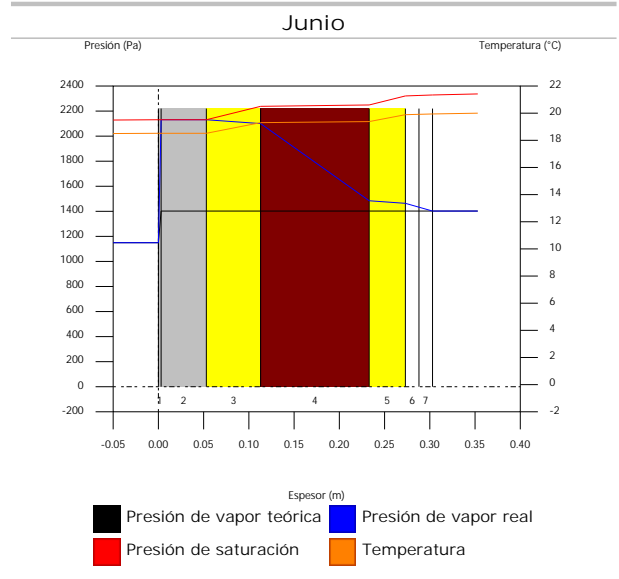
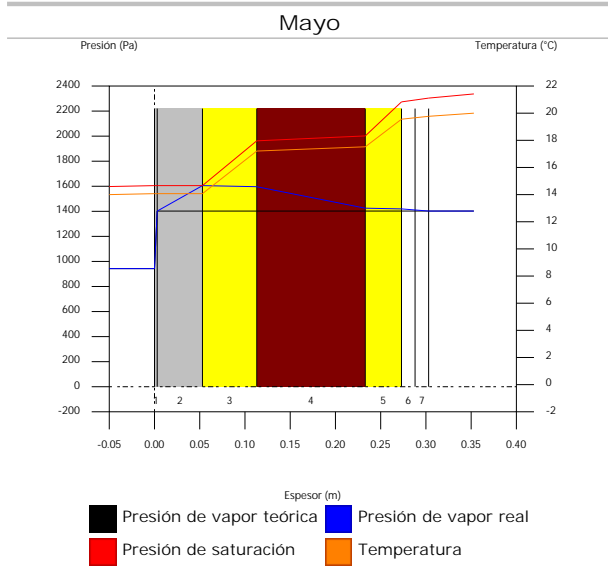
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

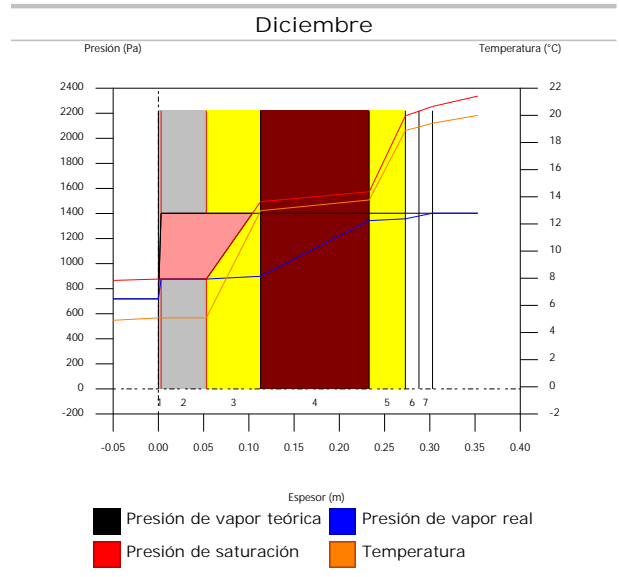
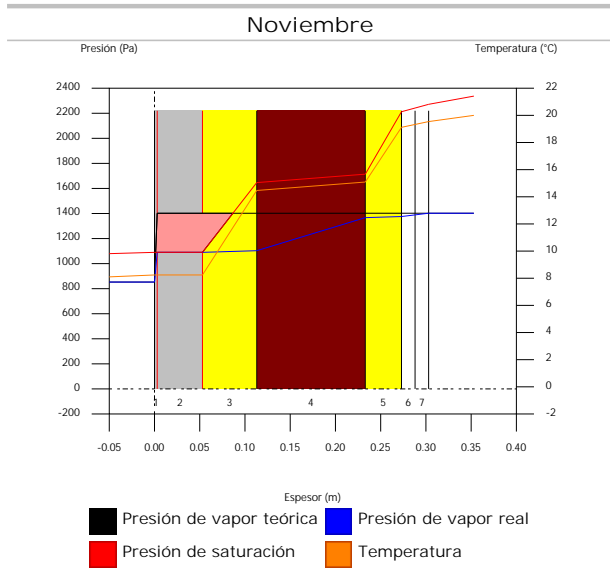
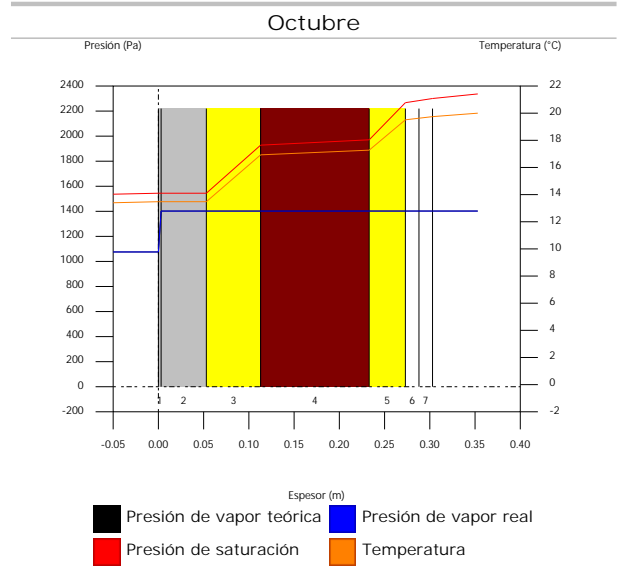
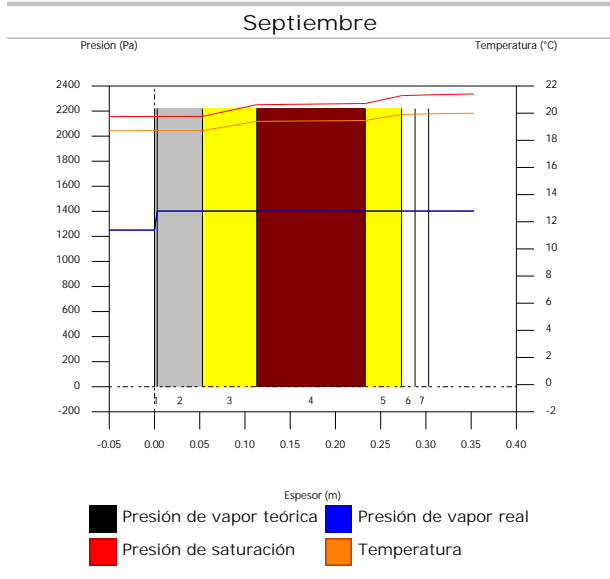
6.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



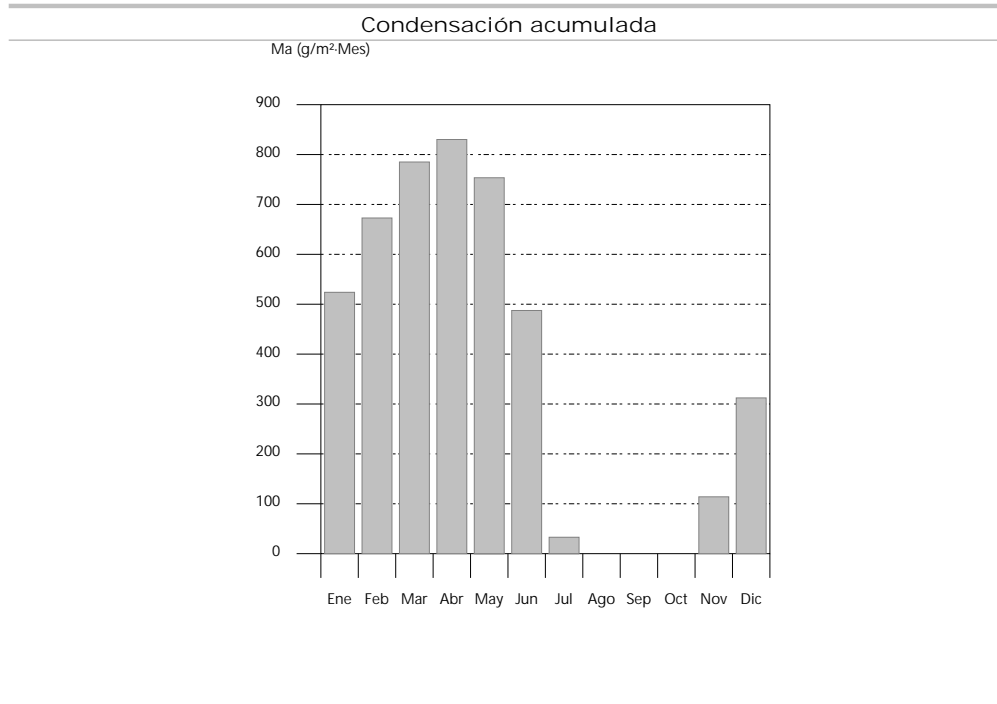
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



6.4. FAC NORTE

6.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones

6.4.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

6.4.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

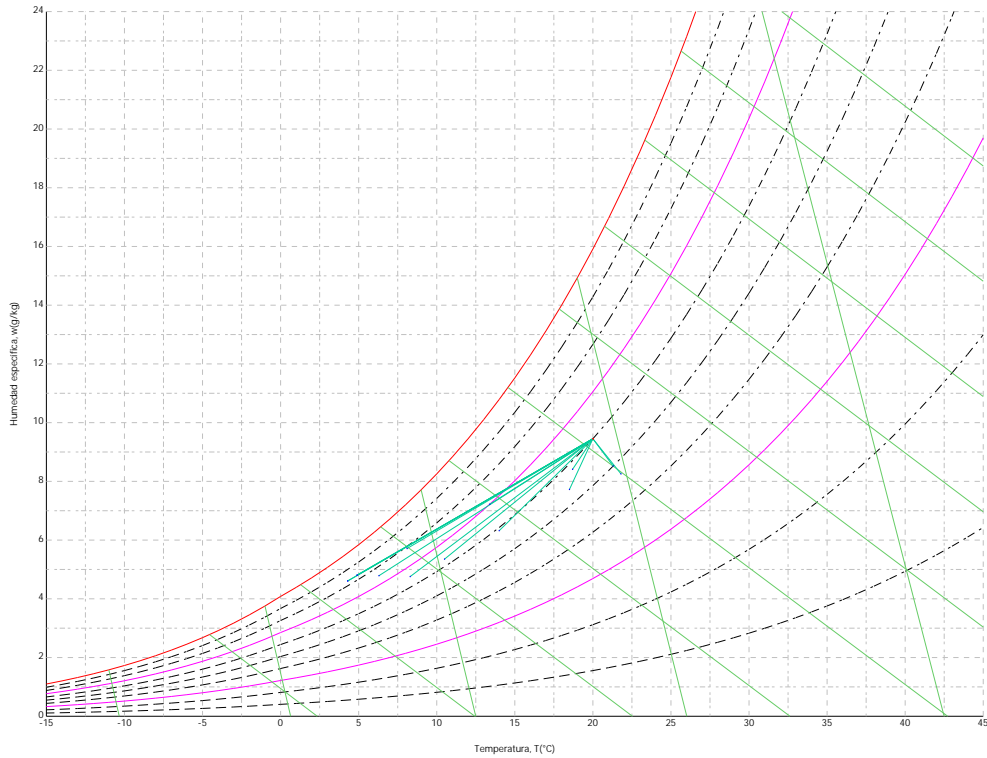
6.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

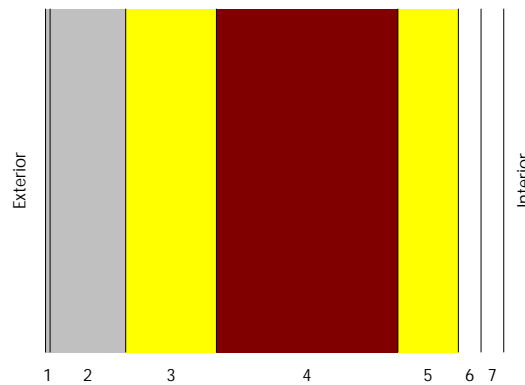
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



6.4.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC NORTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- I: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.296 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

6.4.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

6.4.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

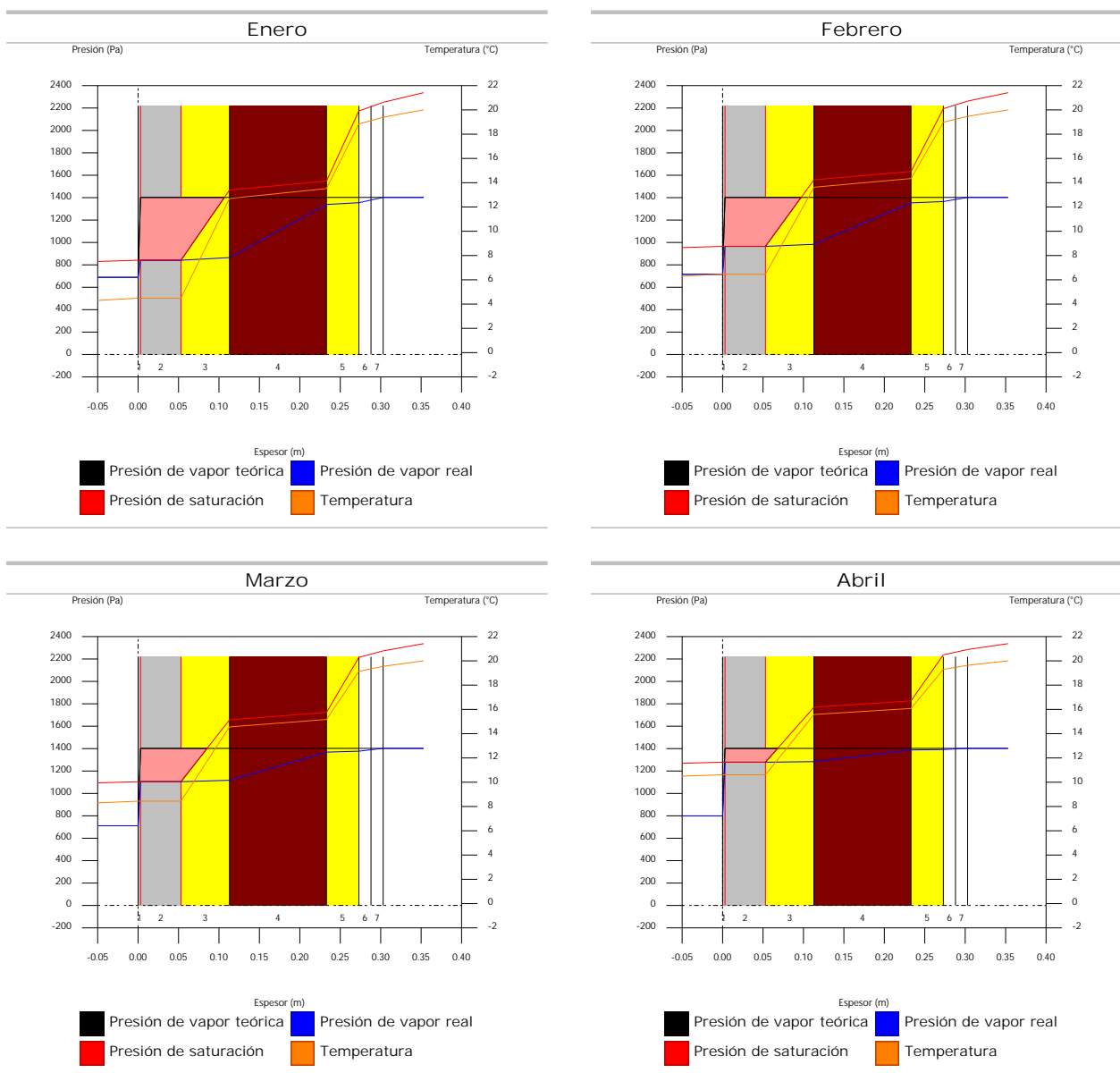
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

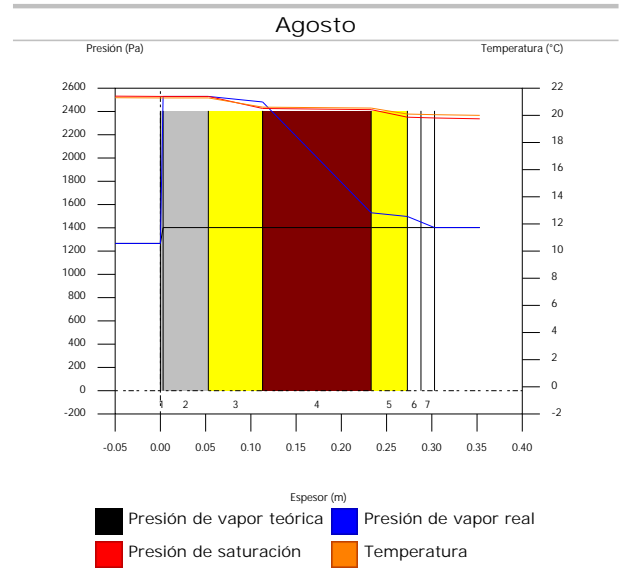
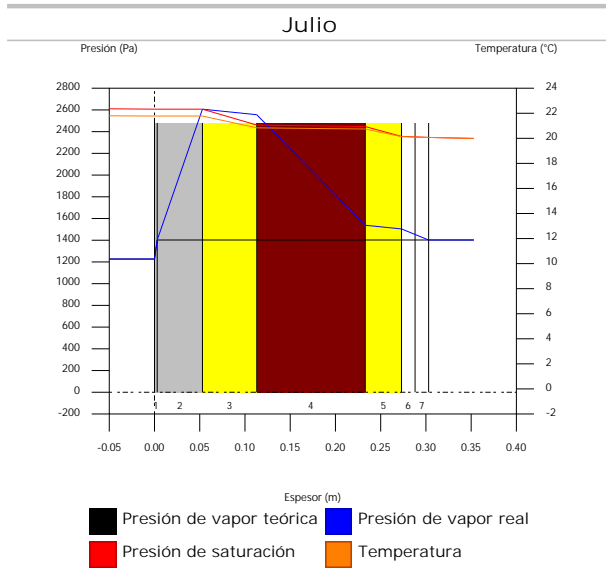
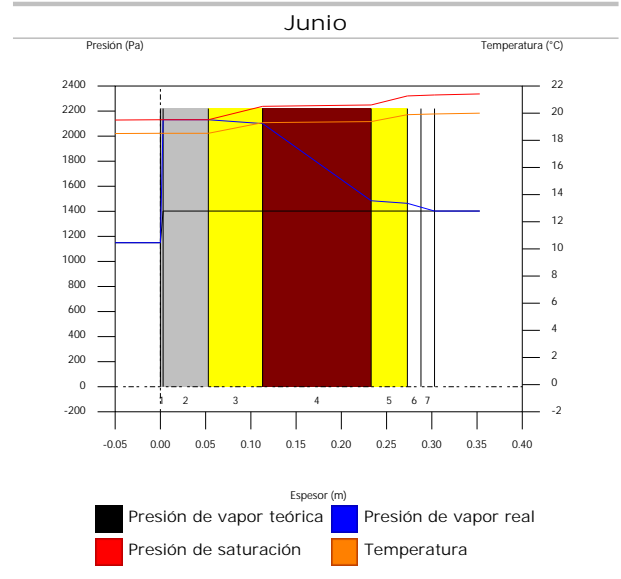
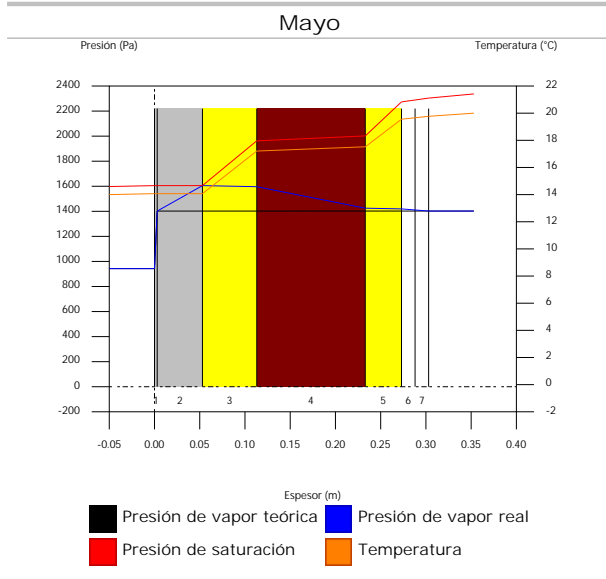
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

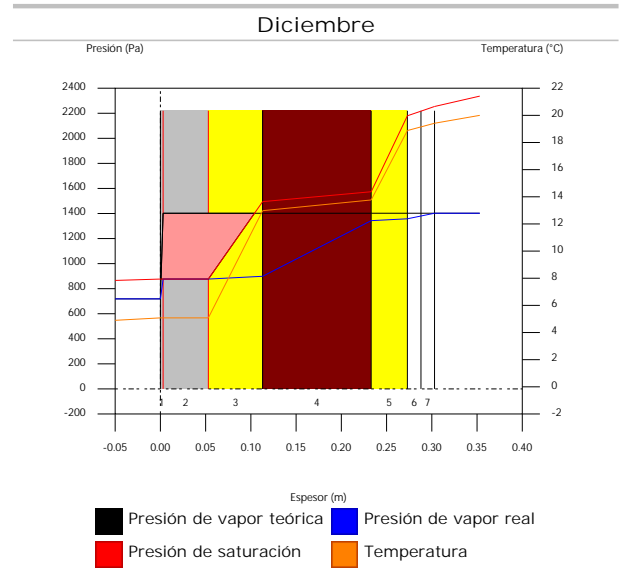
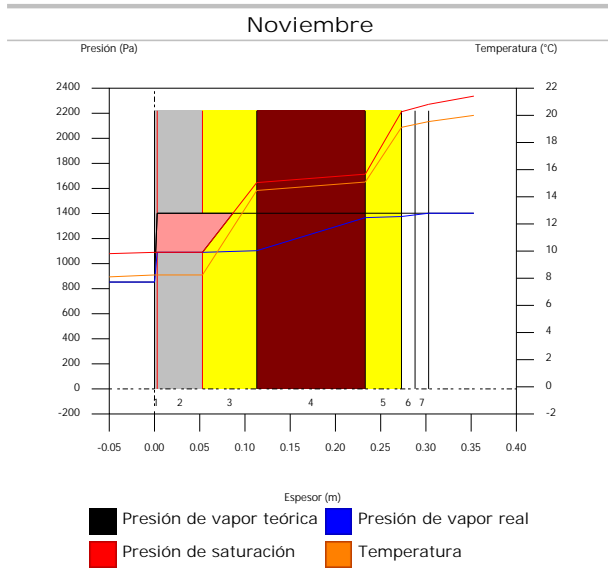
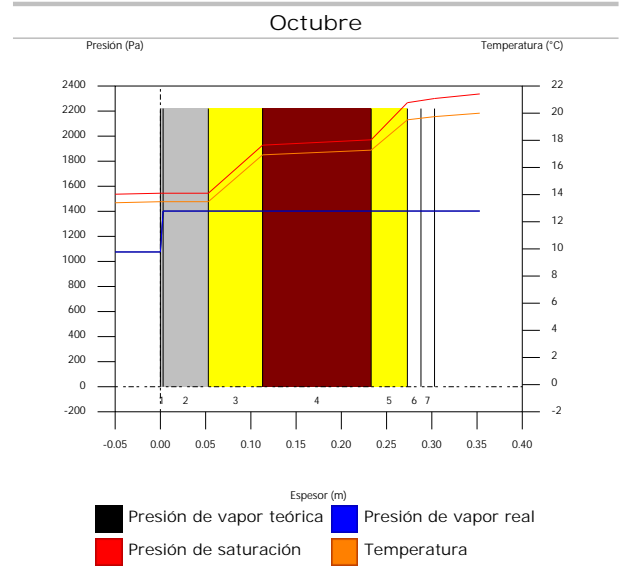
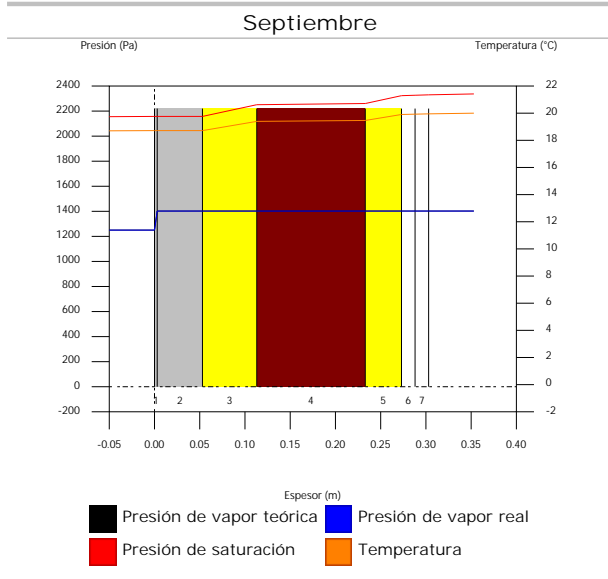
6.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



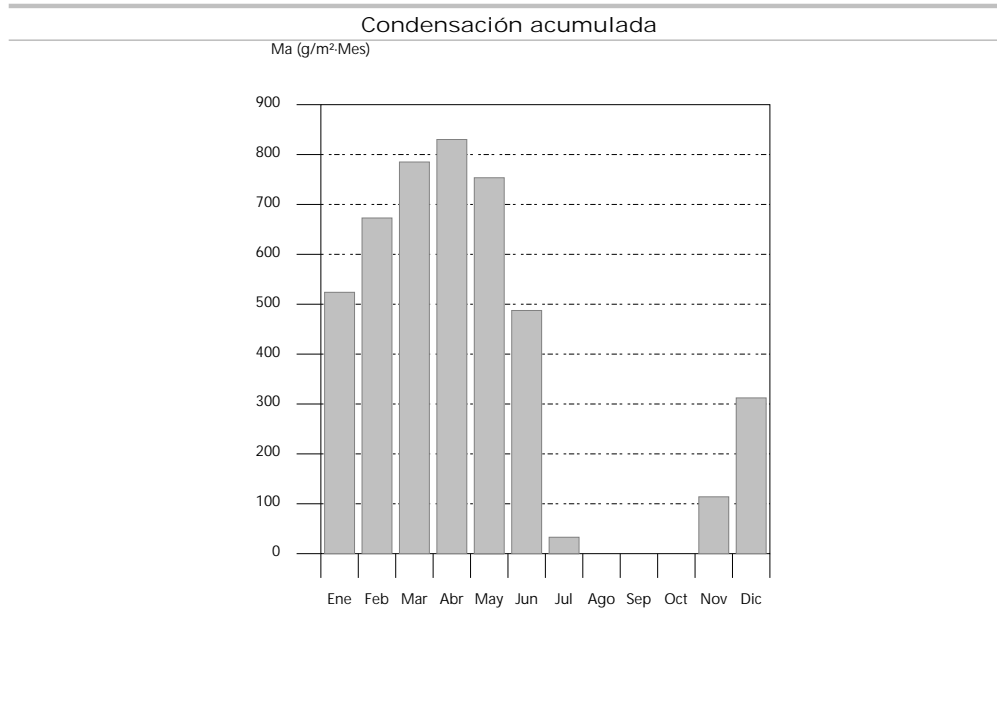
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



6.5. CUB ZINC

6.5.1. Resultados del cálculo de condensaciones

6.5.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.947 \text{ }^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

6.5.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

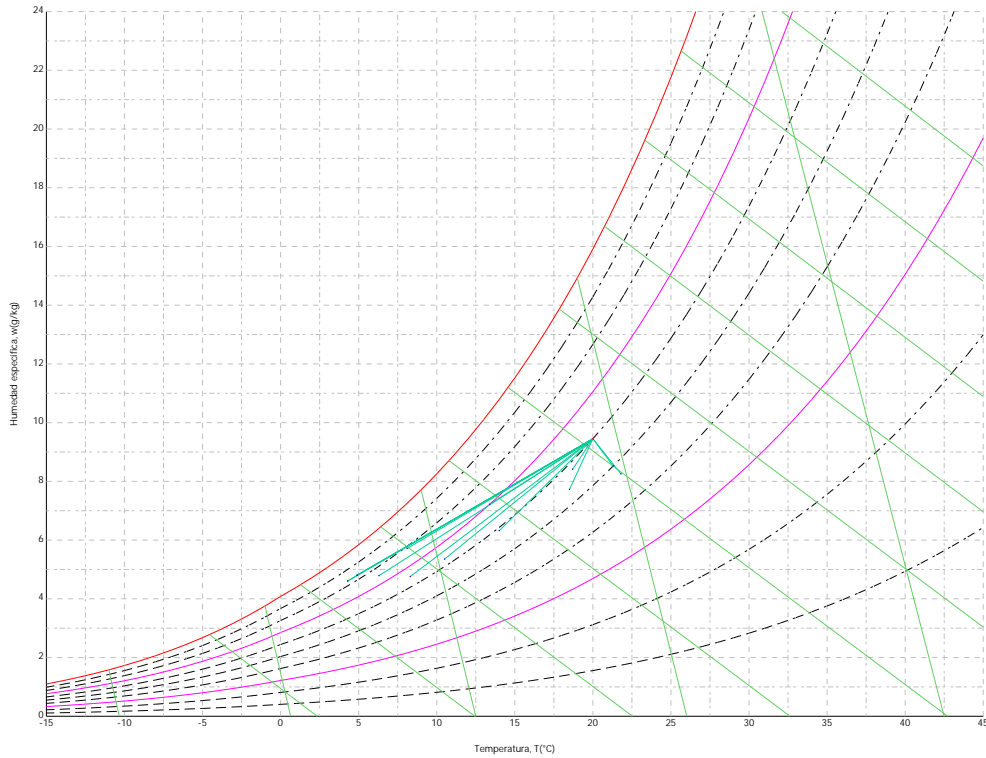
6.5.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

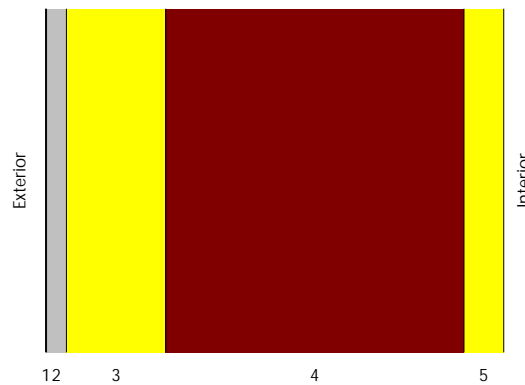
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



6.5.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

CUB ZINC		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.1	110.000	0.00001	1000000	1000
2	Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2.0	0.130	0.15385	30	0.6
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	10.0	0.034	2.94118	20	2
4	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.937	0.32017	10	3
5	MW Lana mineral [0.034 W/[mK]]	4.0	0.034	1.17647	1	0.04
R _{si}				0.10		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

Condensaciones

- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	46.1
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	4.7317
Espesor de aire equivalente total, S _{a,T}	m	1005.64
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.211
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.947

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{a,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.211 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

6.5.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e > q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.947 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

6.5.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.43	837.939	689.042	82.2	--	--
Interfase 1-2	4.43	837.940	837.940	100.0	27.128	79.046
Interfase 2-3	4.94	868.415	868.415	100.0	29.523	59.804
Interfase 3-4	14.70	1672.009	1080.223	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.76	1790.134	1397.935	78.1	--	--
Cara interior	19.67	2289.382	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.42	961.875	715.662	74.4	--	--
Interfase 1-2	6.42	961.877	961.877	100.0	24.044	103.089
Interfase 2-3	6.86	991.840	991.840	100.0	15.229	75.033
Interfase 3-4	15.38	1746.229	1154.670	66.1	--	--
Interfase 4-5	16.30	1852.881	1398.914	75.5	--	--
Cara interior	19.71	2295.395	1402.171	61.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.40	1101.686	711.302	64.6	--	--
Interfase 1-2	8.40	1101.688	1101.688	100.0	25.481	128.570
Interfase 2-3	8.78	1130.463	1130.463	100.0	3.188	78.221
Interfase 3-4	16.05	1823.322	1238.283	67.9	--	--
Interfase 4-5	16.84	1917.546	1400.014	73.0	--	--
Cara interior	19.75	2301.421	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.58	1275.857	799.495	62.7	--	--
Interfase 1-2	10.58	1275.859	1275.859	100.0	22.668	151.239
Interfase 2-3	10.89	1302.381	1302.381	100.0	-12.651	65.570
Interfase 3-4	16.79	1911.554	1341.980	70.2	--	--
Interfase 4-5	17.44	1990.954	1401.379	70.4	--	--
Cara interior	19.80	2308.065	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.05	1602.997	942.661	58.8	--	--
Interfase 1-2	14.05	1602.998	1602.998	100.0	17.857	169.096
Interfase 2-3	14.25	1623.395	1623.395	100.0	-41.724	23.846
Interfase 3-4	17.98	2059.639	1535.608	74.6	--	--
Interfase 4-5	18.38	2112.815	1403.926	66.4	--	--
Cara interior	19.87	2318.671	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.51	2130.268	1149.432	54.0	--	--
Interfase 1-2	18.51	2130.269	2130.269	100.0	5.120	174.216
Interfase 2-3	18.56	2136.783	2136.783	100.0	-23.846	--
Interfase 3-4	19.49	2264.728	1845.270	81.5	--	--
Interfase 4-5	19.60	2279.052	1408.001	61.8	--	--
Cara interior	19.97	2332.369	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.946	1226.874	47.0	--	--
Interfase 1-2	21.78	2607.945	2607.945	100.0	-115.263	58.953
Interfase 2-3	21.73	2598.642	2479.671	95.4	--	--
Interfase 3-4	20.61	2426.271	2052.092	84.6	--	--
Interfase 4-5	20.49	2408.124	1410.722	58.6	--	--
Cara interior	20.04	2342.460	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2530.048	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.29	2530.047	2530.047	100.0	-58.953	--
Interfase 2-3	21.25	2523.501	2410.060	95.5	--	--
Interfase 3-4	20.44	2401.165	2010.104	83.7	--	--
Interfase 4-5	20.35	2388.166	1410.170	59.0	--	--
Cara interior	20.03	2340.928	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2156.867	1250.123	58.0	--	--
Interfase 1-2	18.71	2156.867	1401.318	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.75	2162.574	1401.409	64.8	--	--
Interfase 3-4	19.56	2274.244	1401.711	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.65	2286.699	1402.165	61.3	--	--
Cara interior	19.97	2332.980	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.46	1542.175	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.46	1542.177	1400.339	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.67	1563.878	1400.534	89.6	--	--
Interfase 3-4	17.77	2033.562	1401.183	68.9	--	--
Interfase 4-5	18.22	2091.472	1402.158	67.0	--	--
Cara interior	19.86	2316.850	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.20	1086.943	852.829	78.5	--	--
Interfase 1-2	8.20	1086.945	1086.945	100.0	24.872	24.872
Interfase 2-3	8.59	1115.873	1115.873	100.0	4.454	4.454
Interfase 3-4	15.98	1815.481	1229.483	67.7	--	--
Interfase 4-5	16.79	1910.992	1399.898	73.3	--	--
Cara interior	19.75	2300.817	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.03	873.549	718.612	82.3	--	--
Interfase 1-2	5.03	873.550	873.550	100.0	27.045	51.917
Interfase 2-3	5.52	903.936	903.936	100.0	25.827	30.281
Interfase 3-4	14.90	1693.979	1101.648	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.93	1808.760	1398.216	77.3	--	--
Cara interior	19.68	2291.185	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	56.651	39.273	28.670	22.668	17.857	5.120	--	--	--	--	29.326	52.872
g _{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	12.651	41.724	23.846	115.263	58.953	--	--	--	--
M _a (g/m ²)	138.849	178.122	206.792	216.809	192.942	174.216	58.953	--	--	--	29.326	82.199

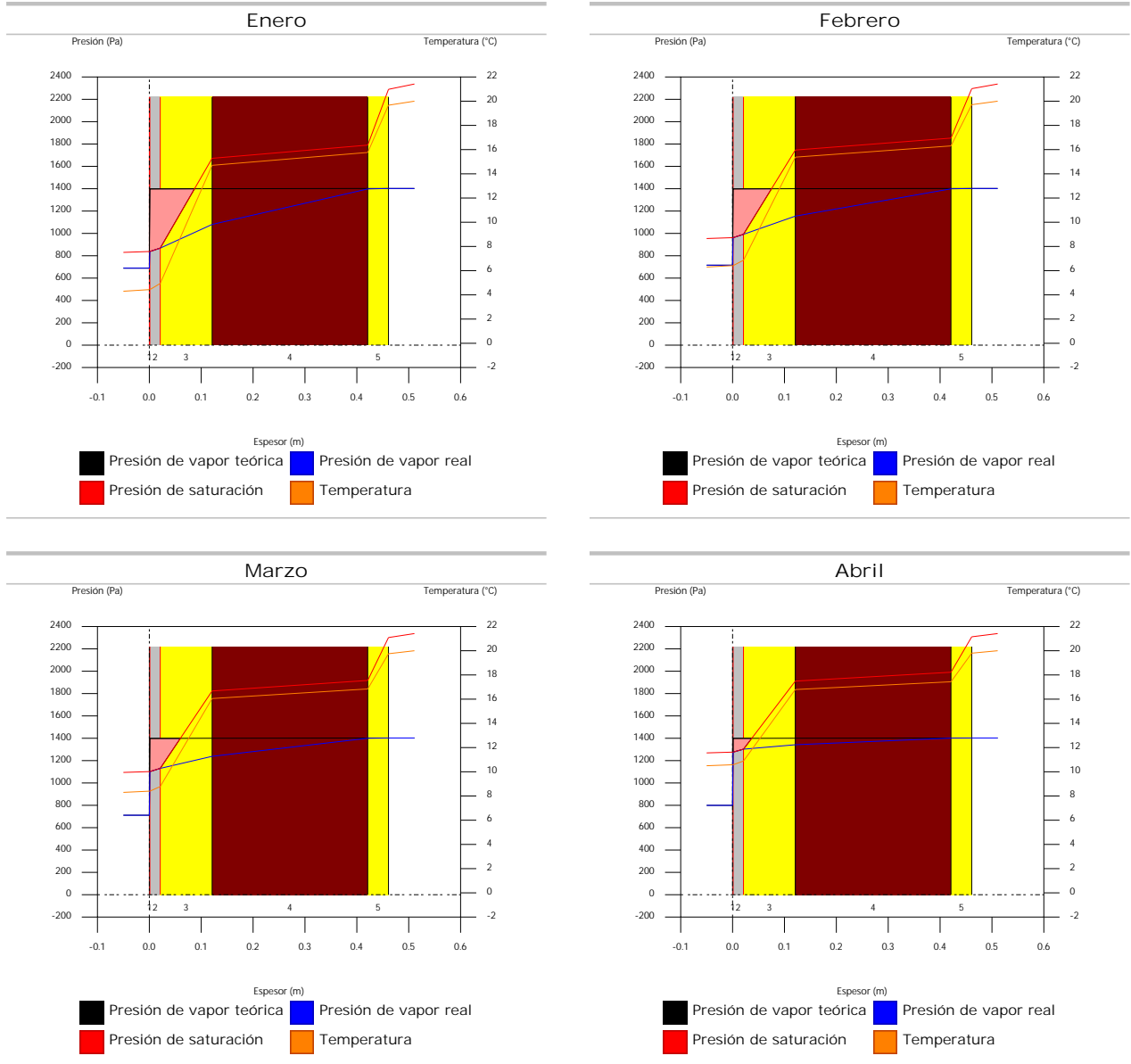
Condensaciones

donde:

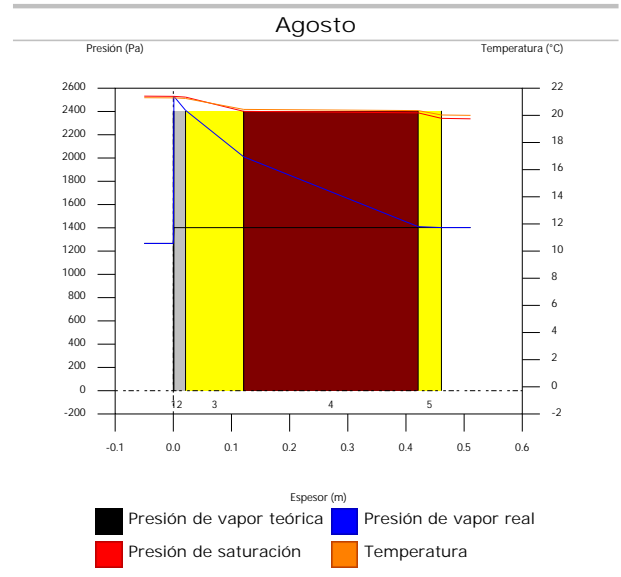
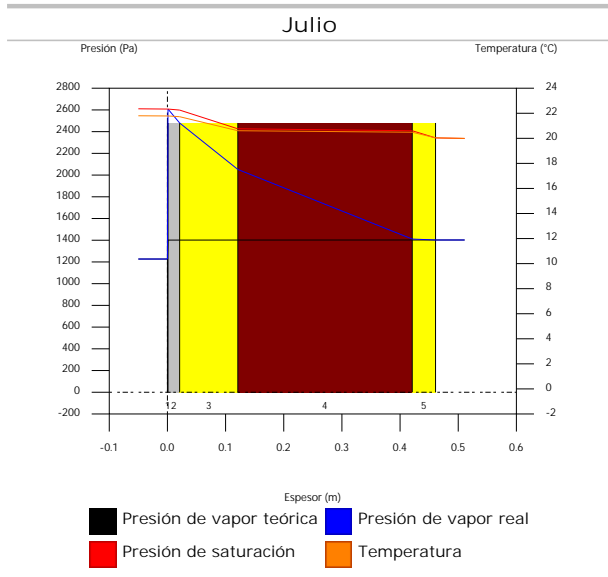
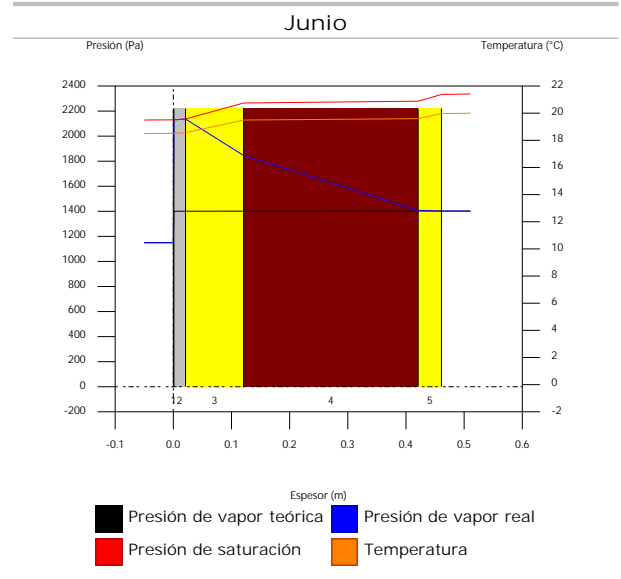
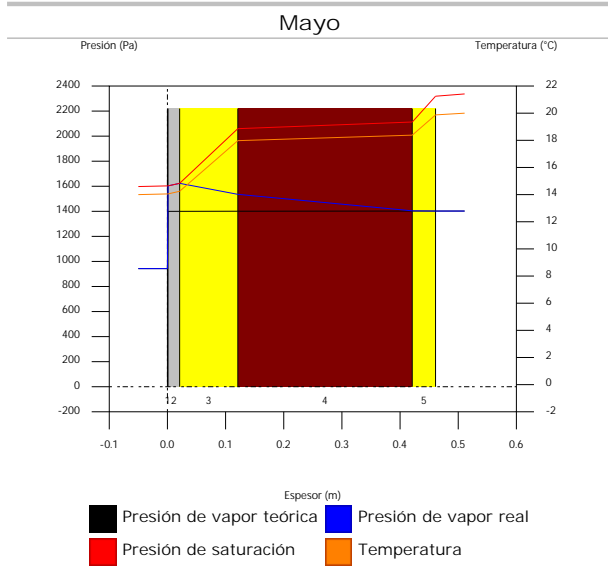
- g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- M_s : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

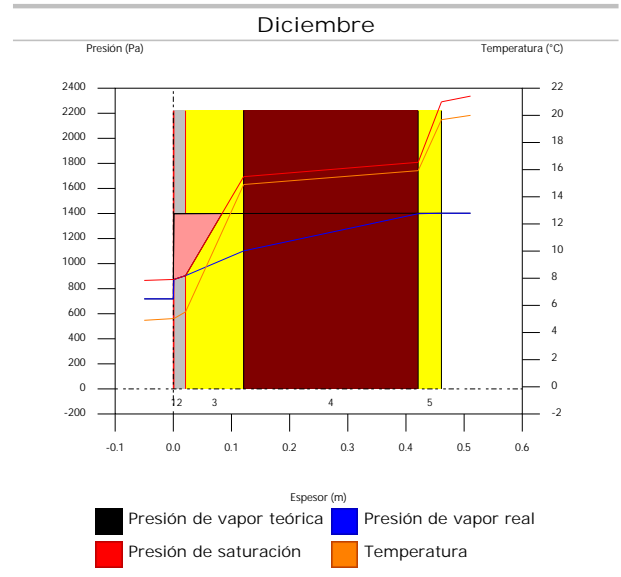
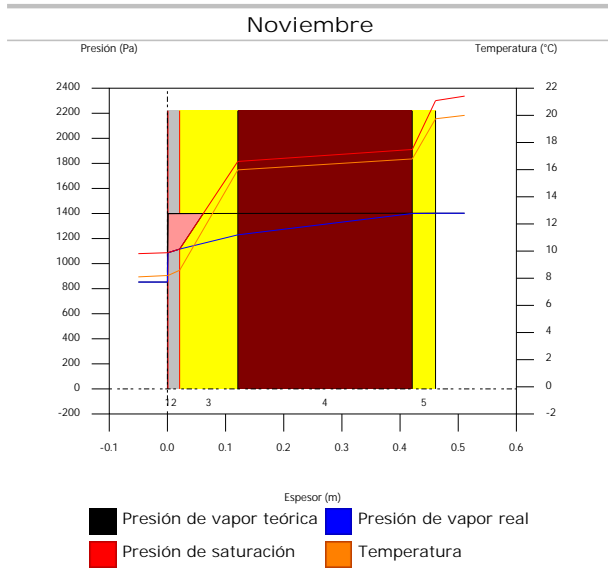
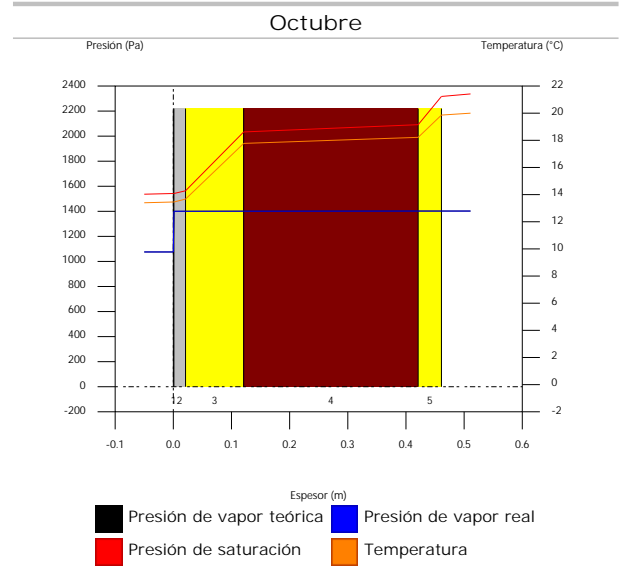
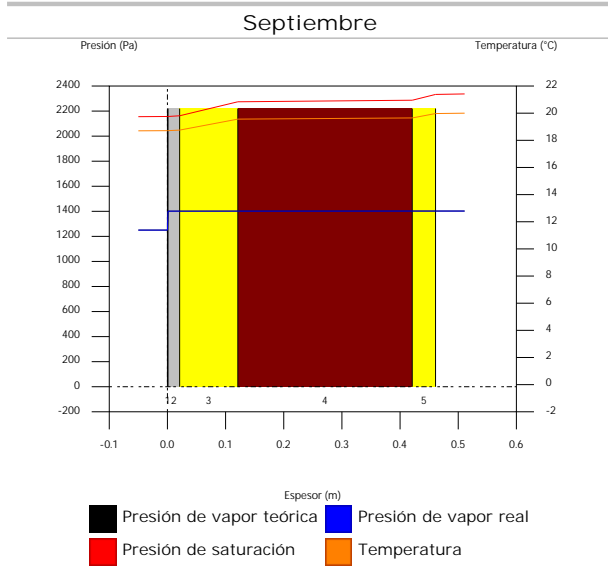
6.5.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



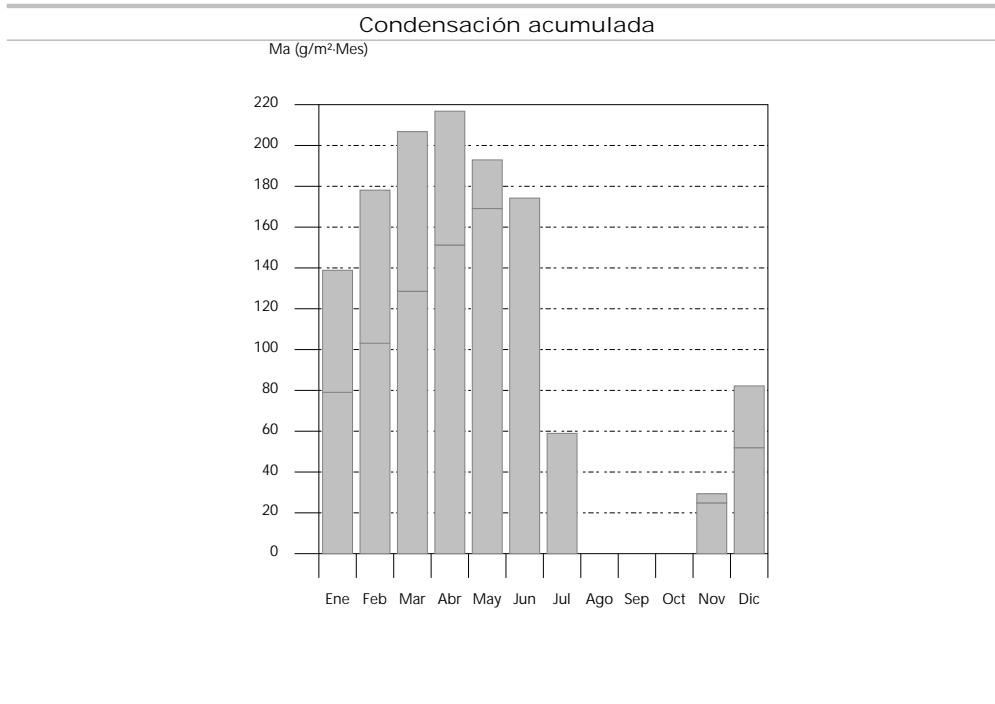
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



6.6. FOR EXT-AUL

6.6.1. Resultados del cálculo de condensaciones

6.6.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.914 \text{ } ^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.345 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,crit} \in [0.8]$.

6.6.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: diciembre, enero, febrero, marzo, abril. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

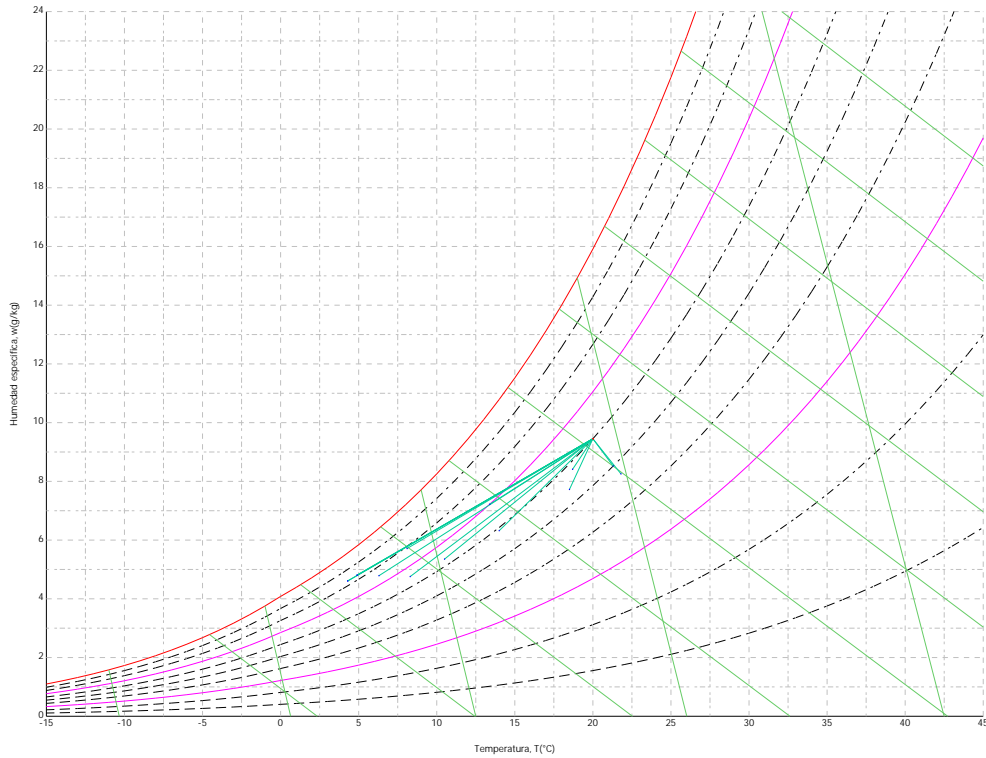
6.6.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

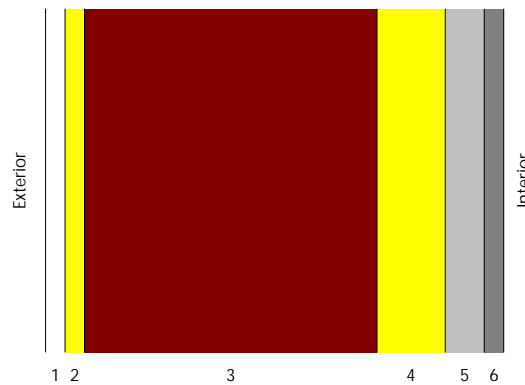
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



6.6.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FOR EXT-AUL		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R_{se}				0.17		
1	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2.0	0.570	0.03509	6	0.12
2	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	2.0	0.040	0.50000	1	0.02
3	FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30.0	1.430	0.20979	80	24
4	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	7.0	0.040	1.75000	1	0.07
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.0	0.700	0.05714	10	0.4
6	Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2.0	2.600	0.00769	30	0.6
R_{si}				0.17		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	47.0
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	2.8997
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	25.21
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.345
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.914

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.345$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

6.6.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.914 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

6.6.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	5.22	885.371	689.042	77.8	--	--
Interfase 1-2	5.41	897.159	692.437	77.2	--	--
Interfase 2-3	8.12	1080.823	693.003	64.1	--	--
Interfase 3-4	9.25	1167.249	1167.249	100.0	106.999	197.550
Interfase 4-5	18.73	2159.233	1182.618	54.8	--	--
Interfase 5-6	19.04	2201.351	1270.439	57.7	--	--
Cara interior	19.08	2207.075	1402.171	63.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	7.10	1008.454	715.662	71.0	--	--
Interfase 1-2	7.27	1019.981	718.930	70.5	--	--
Interfase 2-3	9.63	1197.313	719.475	60.1	--	--
Interfase 3-4	10.62	1279.446	1279.446	100.0	44.194	241.745
Interfase 4-5	18.89	2181.194	1287.475	59.0	--	--
Interfase 5-6	19.16	2218.233	1333.353	60.1	--	--
Cara interior	19.20	2223.261	1402.171	63.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.99	1146.365	711.302	62.0	--	--
Interfase 1-2	9.13	1157.375	714.591	61.7	--	--
Interfase 2-3	11.14	1324.705	715.139	54.0	0.625	0.625
Interfase 3-4	11.99	1401.015	1401.015	100.0	-14.727	227.018
Interfase 4-5	19.05	2203.350	1401.091	63.6	--	--
Interfase 5-6	19.28	2235.228	1401.523	62.7	--	--
Cara interior	19.31	2239.550	1402.171	62.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	11.06	1316.986	799.495	60.7	--	--
Interfase 1-2	11.17	1327.078	802.364	60.5	2501.698	2501.698
Interfase 2-3	12.81	1478.455	1478.455	100.0	-0.625	--
Interfase 3-4	13.50	1546.353	1546.353	100.0	-71.321	155.697
Interfase 4-5	19.23	2227.949	1536.920	69.0	--	--
Interfase 5-6	19.42	2254.055	1483.021	65.8	--	--
Cara interior	19.44	2257.589	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.35	1634.567	942.661	57.7	--	--
Interfase 1-2	14.42	1642.262	1642.262	100.0	-2501.698	--
Interfase 2-3	15.46	1755.422	1642.398	93.6	--	--
Interfase 3-4	15.89	1804.901	1804.901	100.0	-155.697	--
Interfase 4-5	19.51	2267.579	1778.554	78.4	--	--
Interfase 5-6	19.63	2284.291	1628.001	71.3	--	--
Cara interior	19.65	2286.549	1402.171	61.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.59	2140.329	1149.432	53.7	--	--
Interfase 1-2	18.61	2142.761	1150.635	53.7	--	--
Interfase 2-3	18.86	2177.688	1150.835	52.8	--	--
Interfase 3-4	18.97	2192.490	1391.444	63.5	--	--
Interfase 4-5	19.88	2319.436	1392.145	60.0	--	--
Interfase 5-6	19.91	2323.688	1396.155	60.1	--	--
Cara interior	19.91	2324.260	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.69	2593.602	1226.874	47.3	--	--
Interfase 1-2	21.67	2590.152	1227.708	47.4	--	--
Interfase 2-3	21.36	2541.436	1227.847	48.3	--	--
Interfase 3-4	21.23	2521.235	1394.730	55.3	--	--
Interfase 4-5	20.15	2358.122	1395.217	59.2	--	--
Interfase 5-6	20.11	2352.955	1397.999	59.4	--	--
Cara interior	20.11	2352.260	1402.171	59.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.22	2519.952	1265.876	50.2	--	--
Interfase 1-2	21.21	2517.523	1266.525	50.3	--	--
Interfase 2-3	20.98	2483.124	1266.633	51.0	--	--
Interfase 3-4	20.89	2468.814	1396.386	56.6	--	--
Interfase 4-5	20.11	2352.224	1396.764	59.4	--	--
Interfase 5-6	20.08	2348.500	1398.927	59.6	--	--
Cara interior	20.08	2347.999	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _v (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.78	2165.679	1250.123	57.7	--	--
Interfase 1-2	18.79	2167.808	1250.847	57.7	--	--
Interfase 2-3	19.02	2198.359	1250.968	56.9	--	--
Interfase 3-4	19.11	2211.289	1395.717	63.1	--	--
Interfase 4-5	19.89	2321.765	1396.139	60.1	--	--
Interfase 5-6	19.92	2325.452	1398.552	60.1	--	--
Cara interior	19.92	2325.949	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_v: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _v (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.79	1575.774	1075.604	68.3	--	--
Interfase 1-2	13.87	1583.973	1077.158	68.0	--	--
Interfase 2-3	15.00	1704.939	1077.417	63.2	--	--
Interfase 3-4	15.48	1758.058	1388.310	79.0	--	--
Interfase 4-5	19.47	2260.741	1389.217	61.4	--	--
Interfase 5-6	19.60	2279.083	1394.398	61.2	--	--
Cara interior	19.61	2281.562	1402.171	61.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_v: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.80	1131.864	852.829	75.3	--	--
Interfase 1-2	8.94	1142.940	855.444	74.8	--	--
Interfase 2-3	10.99	1311.451	855.880	65.3	--	--
Interfase 3-4	11.85	1388.418	1378.855	99.3	--	--
Interfase 4-5	19.04	2201.125	1380.380	62.7	--	--
Interfase 5-6	19.27	2233.524	1389.096	62.2	--	--
Cara interior	19.30	2237.917	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.79	920.824	718.612	78.0	--	--
Interfase 1-2	5.97	932.557	721.866	77.4	--	--
Interfase 2-3	8.57	1114.674	722.408	64.8	--	--
Interfase 3-4	9.66	1199.962	1199.962	100.0	90.552	90.552
Interfase 4-5	18.78	2165.801	1213.190	56.0	--	--
Interfase 5-6	19.07	2206.404	1288.782	58.4	--	--
Cara interior	19.11	2211.920	1402.171	63.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es diciembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												

Condensaciones

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
g_c g/(m ² .mes)	106.999	44.194	0.625	2501.698	--	--	--	--	--	--	--	90.552
g_{ev} g/(m ² .mes)	--	--	14.727	71.946	2657.395	--	--	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	197.550	241.745	227.643	2657.395	--	--	--	--	--	--	--	90.552

donde:

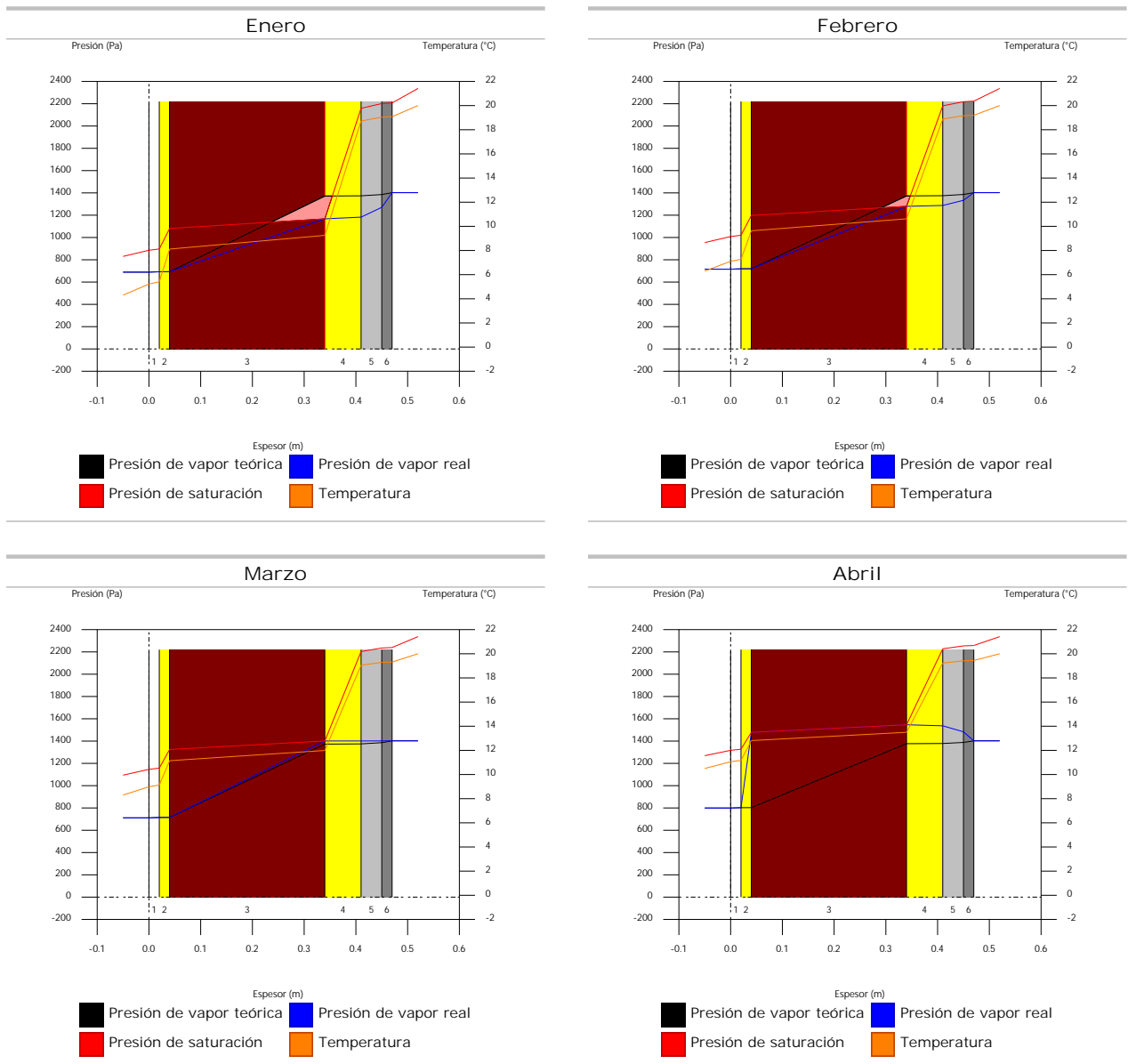
g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).

g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m².mes).

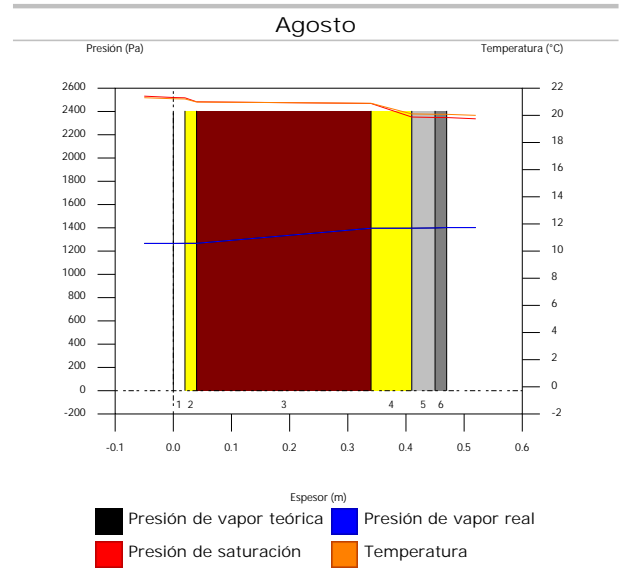
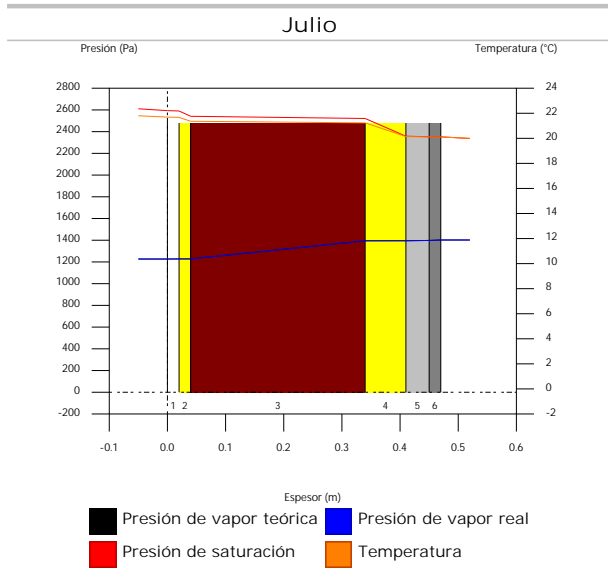
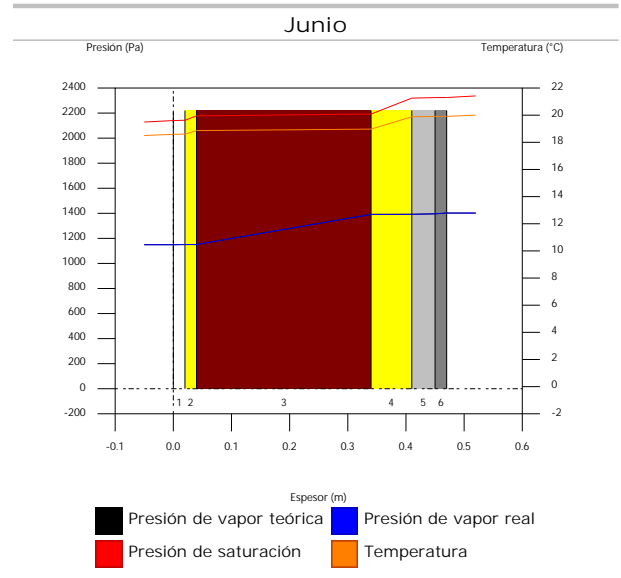
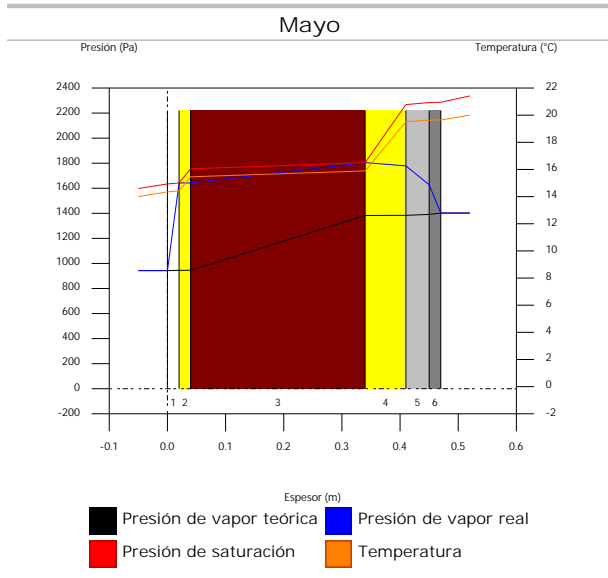
M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

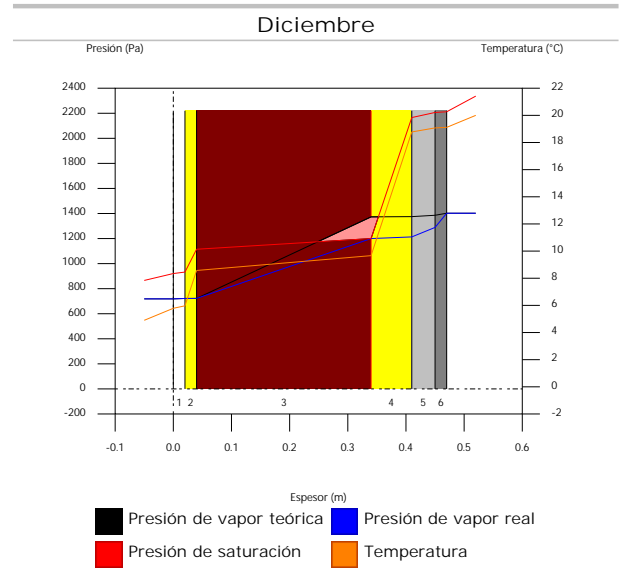
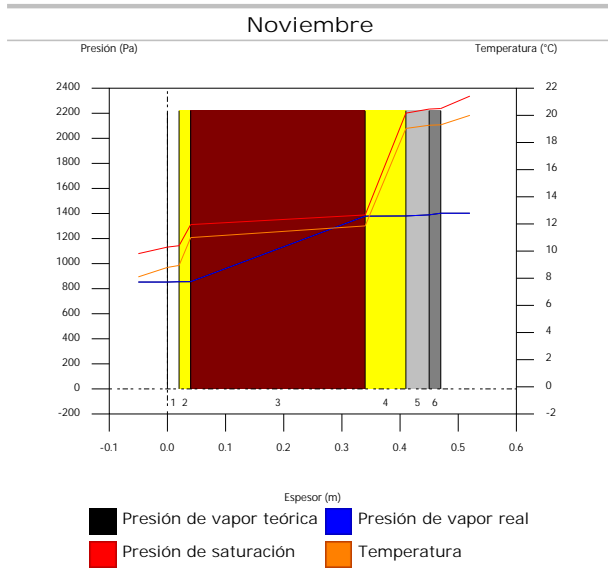
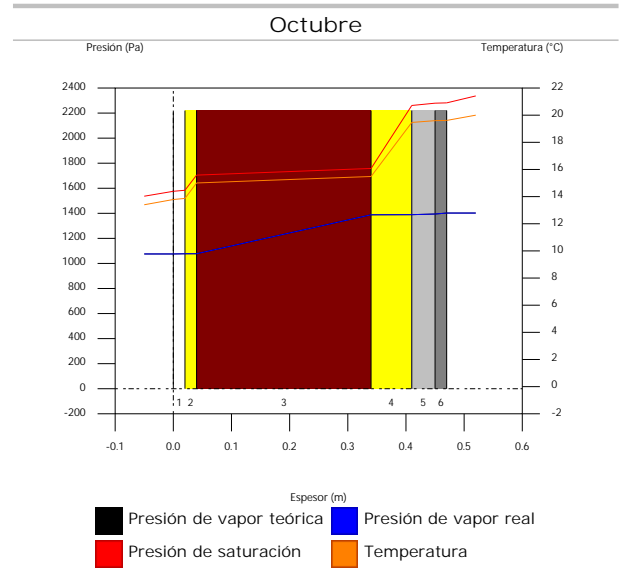
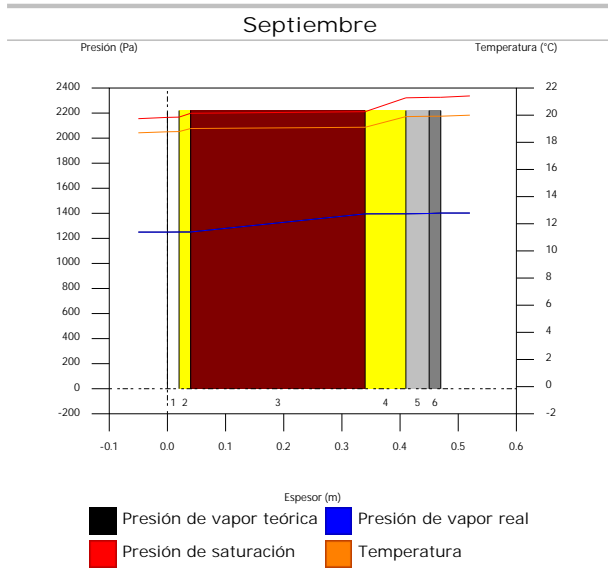
6.6.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



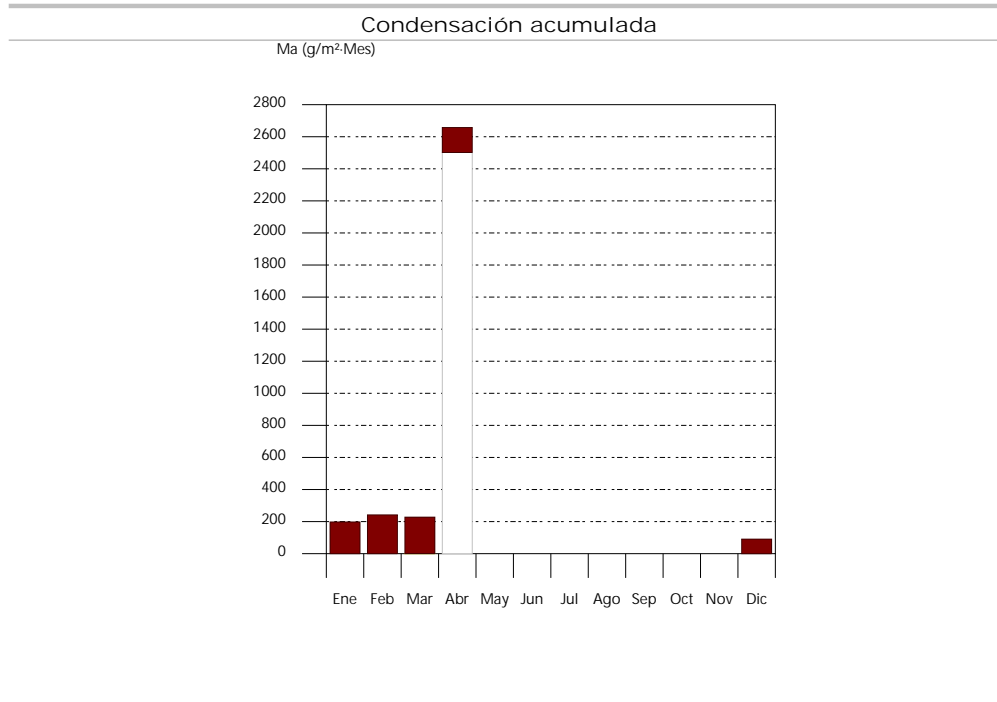
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



7. ZONA 7

7.1. FAC ESTE

7.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

7.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{sl,crit} \leq 0.8$.

7.1.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

7.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

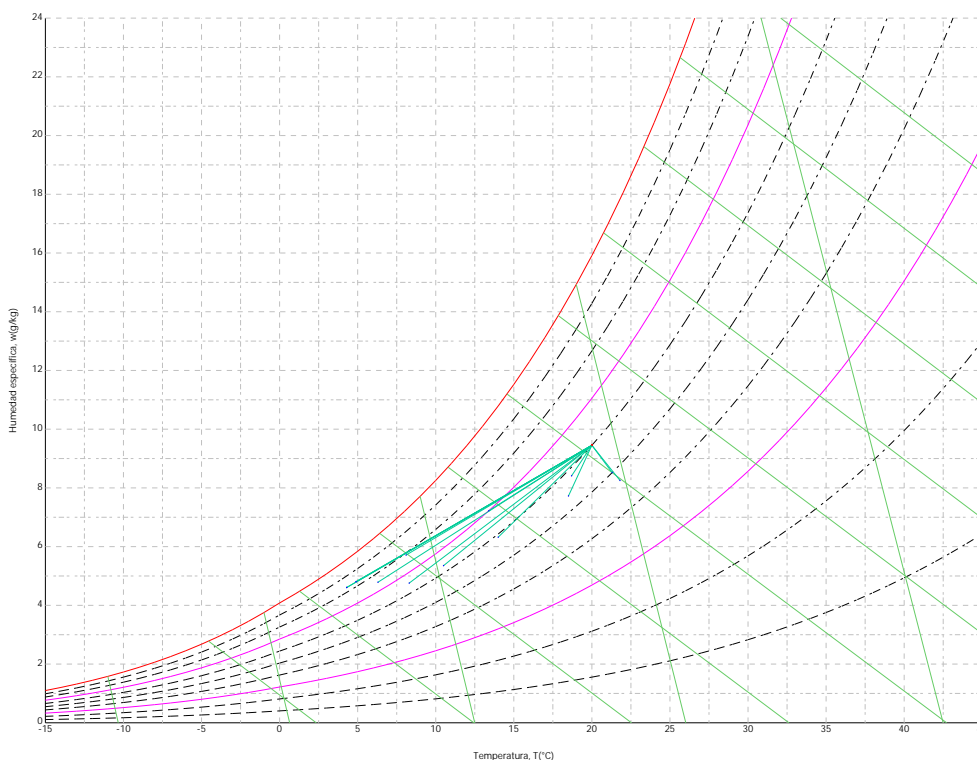
Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición

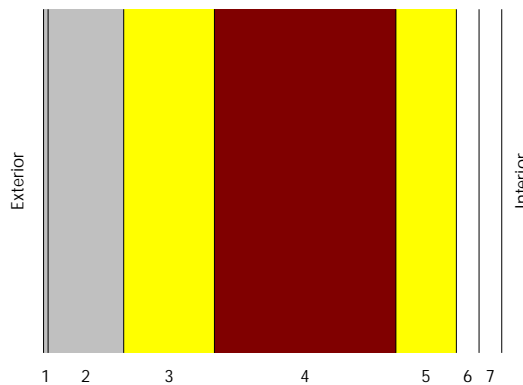
Condensaciones

exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



7.1.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC ESTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R _{si}				0.13		

Condensaciones

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.296 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

7.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Condensaciones

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

7.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

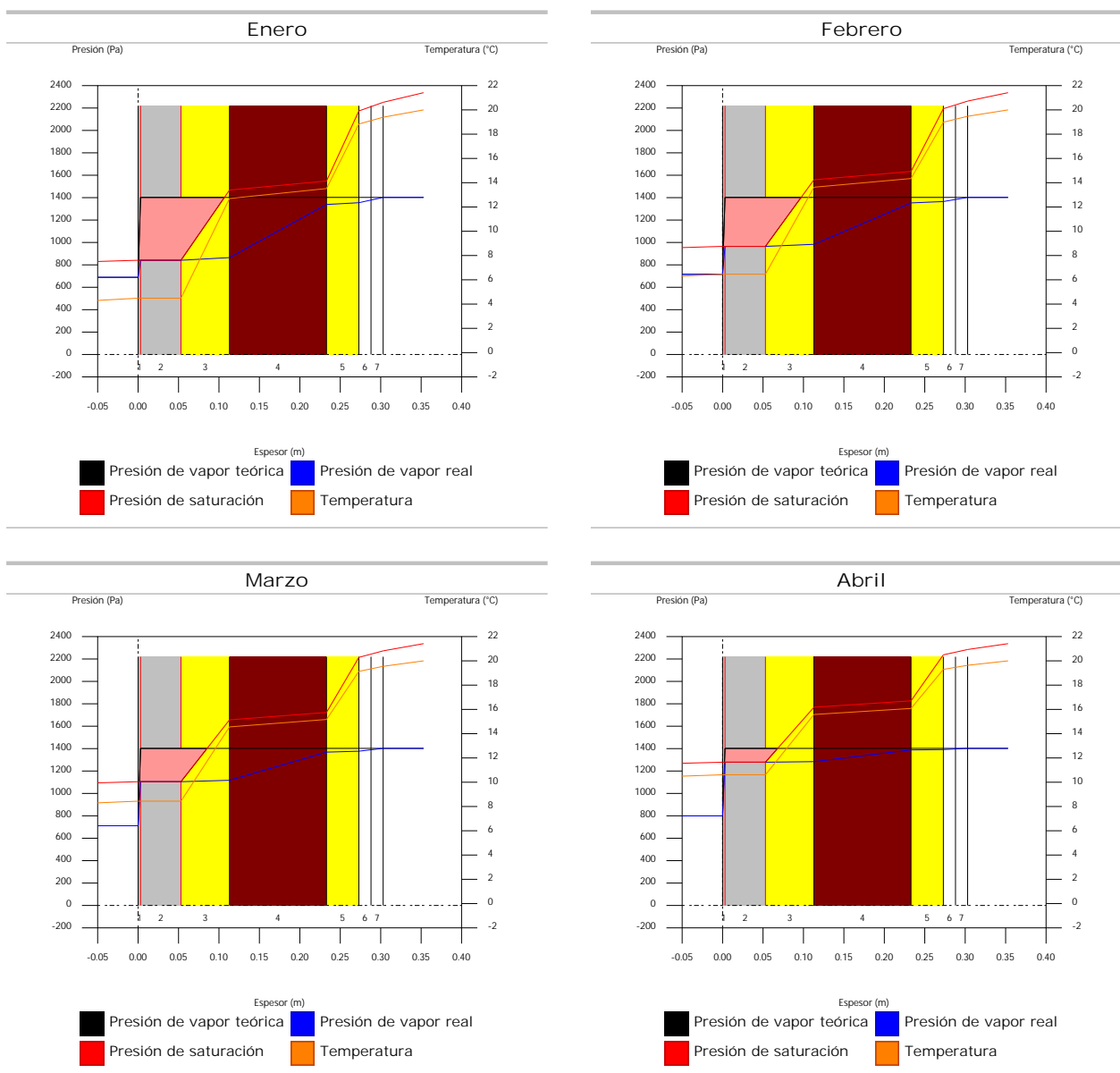
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

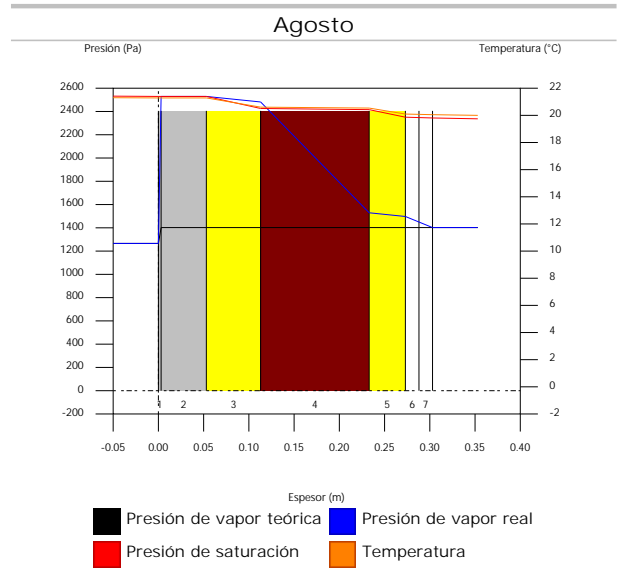
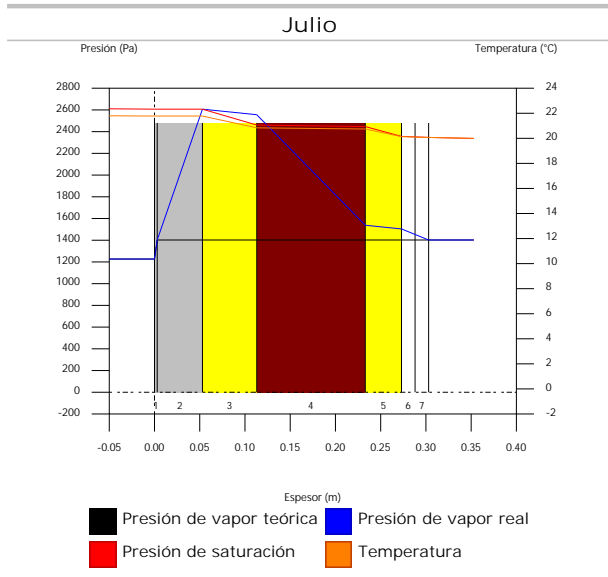
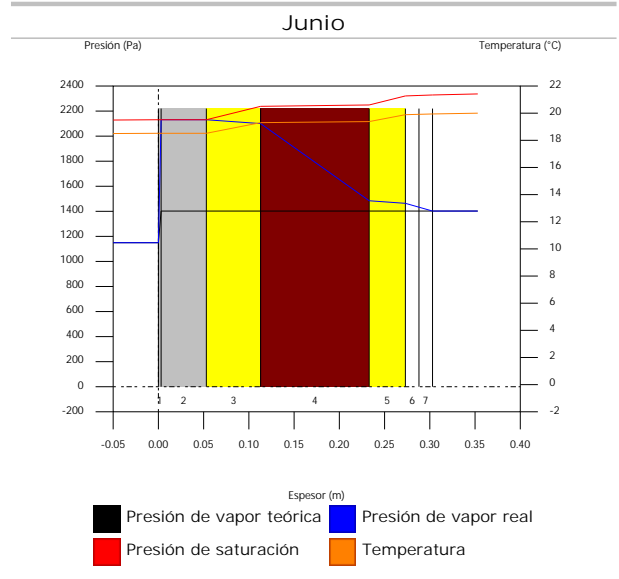
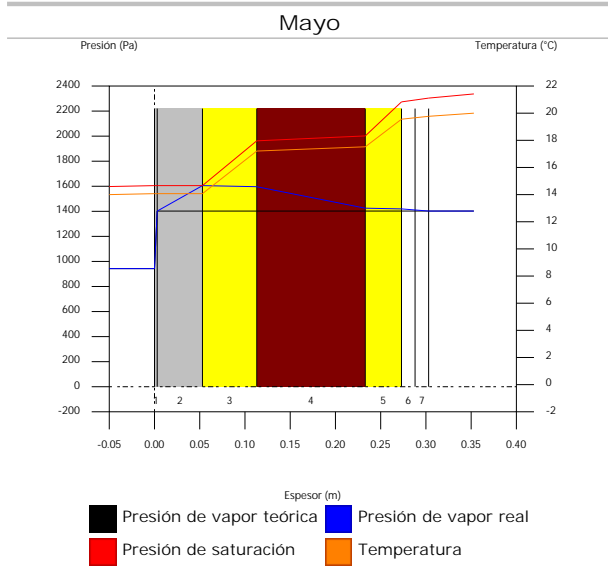
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

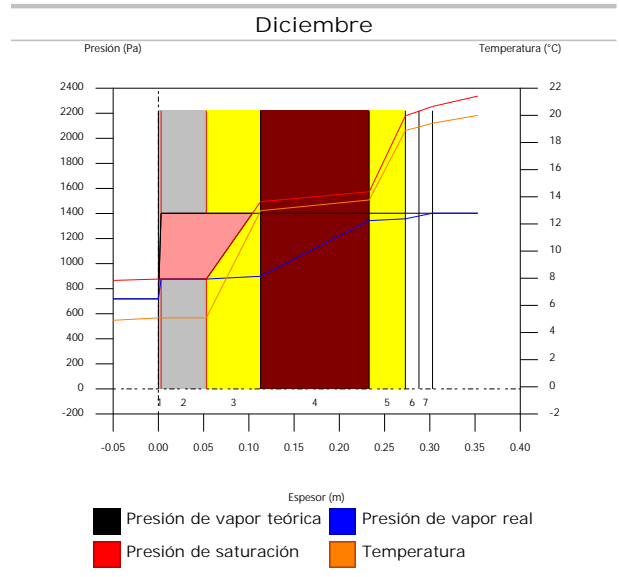
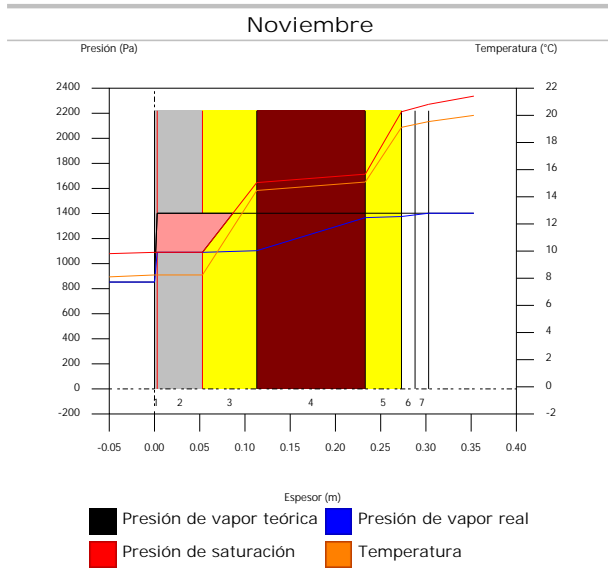
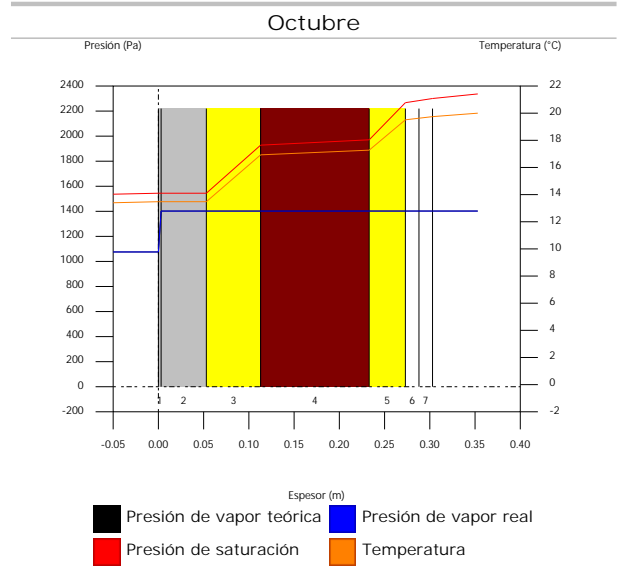
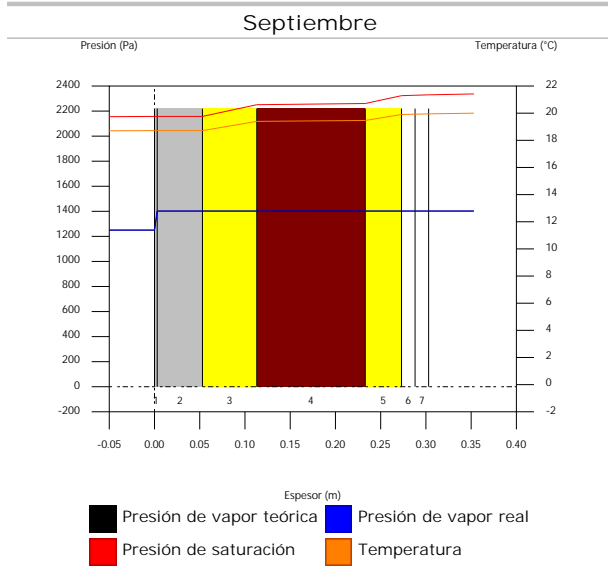
7.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



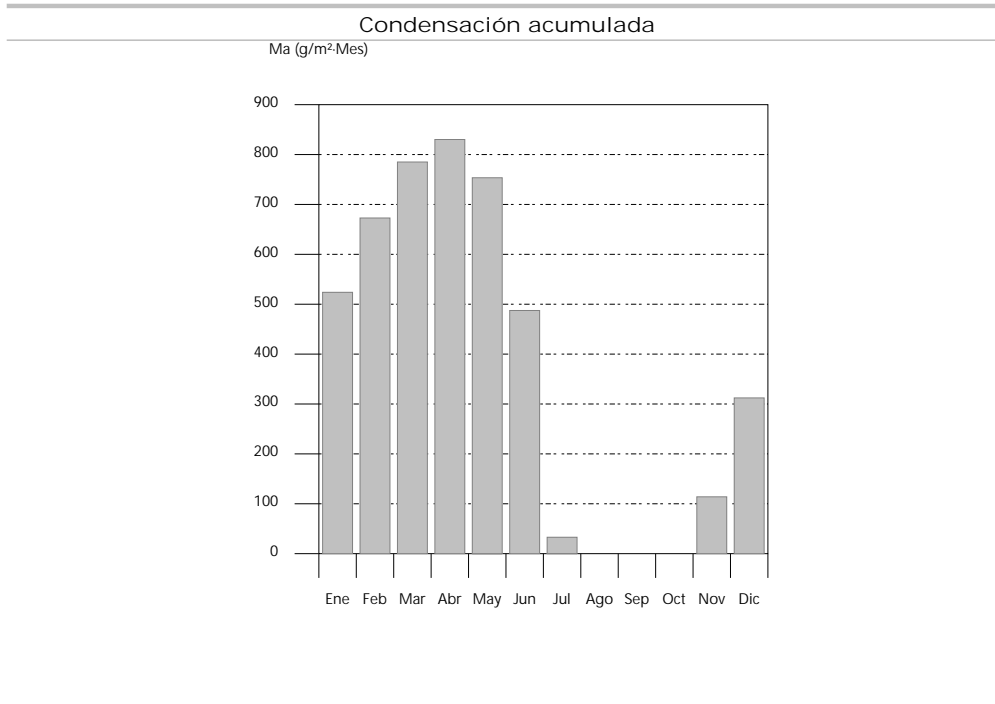
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



7.2. FAC OESTE

7.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

7.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.919^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.324 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

7.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

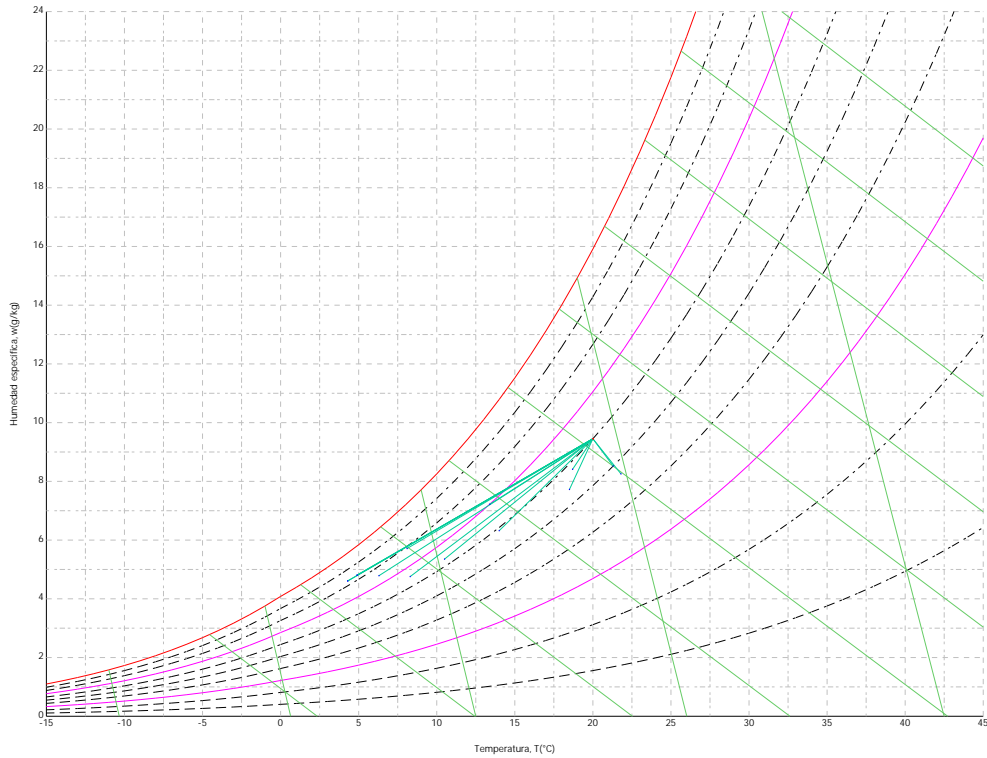
7.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

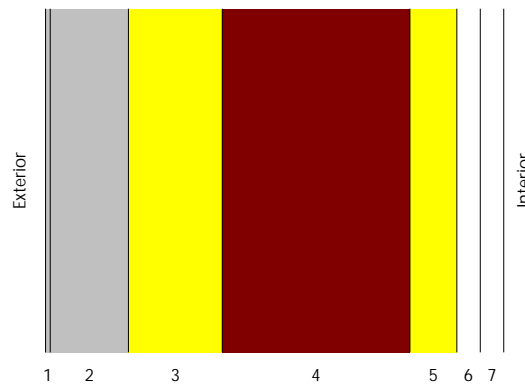
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



7.2.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC OESTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- I: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	29.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.0883
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.42
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.324
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.919

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.324 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

7.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.919 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

7.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.50	842.098	689.042	81.8	--	--
Interfase 1-2	4.50	842.106	842.106	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.50	842.106	842.106	100.0	212.777	526.466
Interfase 3-4	13.47	1544.065	865.938	56.1	--	--
Interfase 4-5	14.37	1636.678	1342.589	82.0	--	--
Interfase 5-6	18.73	2159.309	1354.506	62.7	--	--
Interfase 6-7	19.03	2200.829	1378.338	62.6	--	--
Cara interior	19.34	2243.045	1402.171	62.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.48	965.972	715.662	74.1	--	--
Interfase 1-2	6.48	965.980	965.980	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.48	965.980	965.980	100.0	149.678	676.144
Interfase 3-4	14.31	1629.718	984.542	60.4	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.162	1355.767	79.1	--	--
Interfase 5-6	18.89	2181.261	1365.048	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.16	2217.774	1383.609	62.4	--	--
Cara interior	19.42	2254.821	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.45	1105.628	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.45	1105.636	1105.636	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.45	1105.636	1105.636	100.0	112.658	788.802
Interfase 3-4	15.14	1719.510	1118.255	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.81	1794.844	1370.624	76.4	--	--
Interfase 5-6	19.05	2203.408	1376.934	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.28	2234.834	1389.552	62.2	--	--
Cara interior	19.51	2266.651	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.62	1279.498	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.62	1279.505	1279.505	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.62	1279.505	1279.505	100.0	45.099	833.901
Interfase 3-4	16.05	1823.265	1284.725	70.5	--	--
Interfase 4-5	16.59	1887.422	1389.121	73.6	--	--
Interfase 5-6	19.23	2227.996	1391.731	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.42	2253.732	1396.951	62.0	--	--
Cara interior	19.60	2279.727	1402.171	61.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.08	1605.805	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.08	1605.811	1401.953	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.08	1605.811	1605.811	100.0	-77.484	756.417
Interfase 3-4	17.51	1999.651	1597.145	79.9	--	--
Interfase 4-5	17.85	2043.334	1423.835	69.7	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.609	1419.502	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.63	2284.085	1410.836	61.8	--	--
Cara interior	19.75	2300.665	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.169	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.170	2131.170	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2131.170	2131.170	100.0	-268.024	488.393
Interfase 3-4	19.38	2248.273	2100.149	93.4	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.287	1479.724	65.5	--	--
Interfase 5-6	19.88	2319.444	1464.213	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.91	2323.635	1433.192	61.7	--	--
Cara interior	19.94	2327.833	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.657	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.654	1402.088	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.654	2606.654	100.0	-457.848	30.545
Interfase 3-4	20.75	2447.390	2555.400	104.4	--	--
Interfase 4-5	20.65	2431.941	1530.307	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.15	2358.112	1504.680	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.11	2353.018	1453.425	61.8	--	--
Cara interior	20.08	2347.934	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.141	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.139	2529.139	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.139	2529.139	100.0	-30.545	--
Interfase 3-4	20.54	2416.264	2481.183	102.7	--	--
Interfase 4-5	20.47	2405.222	1522.061	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.11	2352.217	1498.083	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.08	2348.545	1450.127	61.7	--	--
Cara interior	20.05	2344.879	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.656	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.657	1402.099	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.657	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.46	2259.924	1402.102	62.0	--	--
Interfase 4-5	19.53	2270.380	1402.163	61.8	--	--
Interfase 5-6	19.89	2321.772	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.92	2325.407	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.047	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1545.162	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1545.168	1402.016	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1545.168	1402.017	90.7	--	--
Interfase 3-4	17.26	1968.393	1402.024	71.2	--	--
Interfase 4-5	17.63	2015.832	1402.154	69.6	--	--
Interfase 5-6	19.47	2260.775	1402.158	62.0	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.856	1402.164	61.5	--	--
Cara interior	19.72	2297.064	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.25	1090.906	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.25	1090.913	1090.913	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.25	1090.913	1090.913	100.0	114.437	114.437
Interfase 3-4	15.05	1710.340	1104.158	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.73	1786.629	1369.058	76.6	--	--
Interfase 5-6	19.04	2201.184	1375.681	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.27	2233.123	1388.926	62.2	--	--
Cara interior	19.50	2265.466	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.10	877.698	718.612	81.9	--	--
Interfase 1-2	5.10	877.706	877.706	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.10	877.706	877.706	100.0	199.252	313.689
Interfase 3-4	13.72	1569.336	900.024	57.4	--	--
Interfase 4-5	14.59	1659.594	1346.377	81.1	--	--
Interfase 5-6	18.78	2165.875	1357.535	62.7	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.901	1379.853	62.6	--	--
Cara interior	19.36	2246.572	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

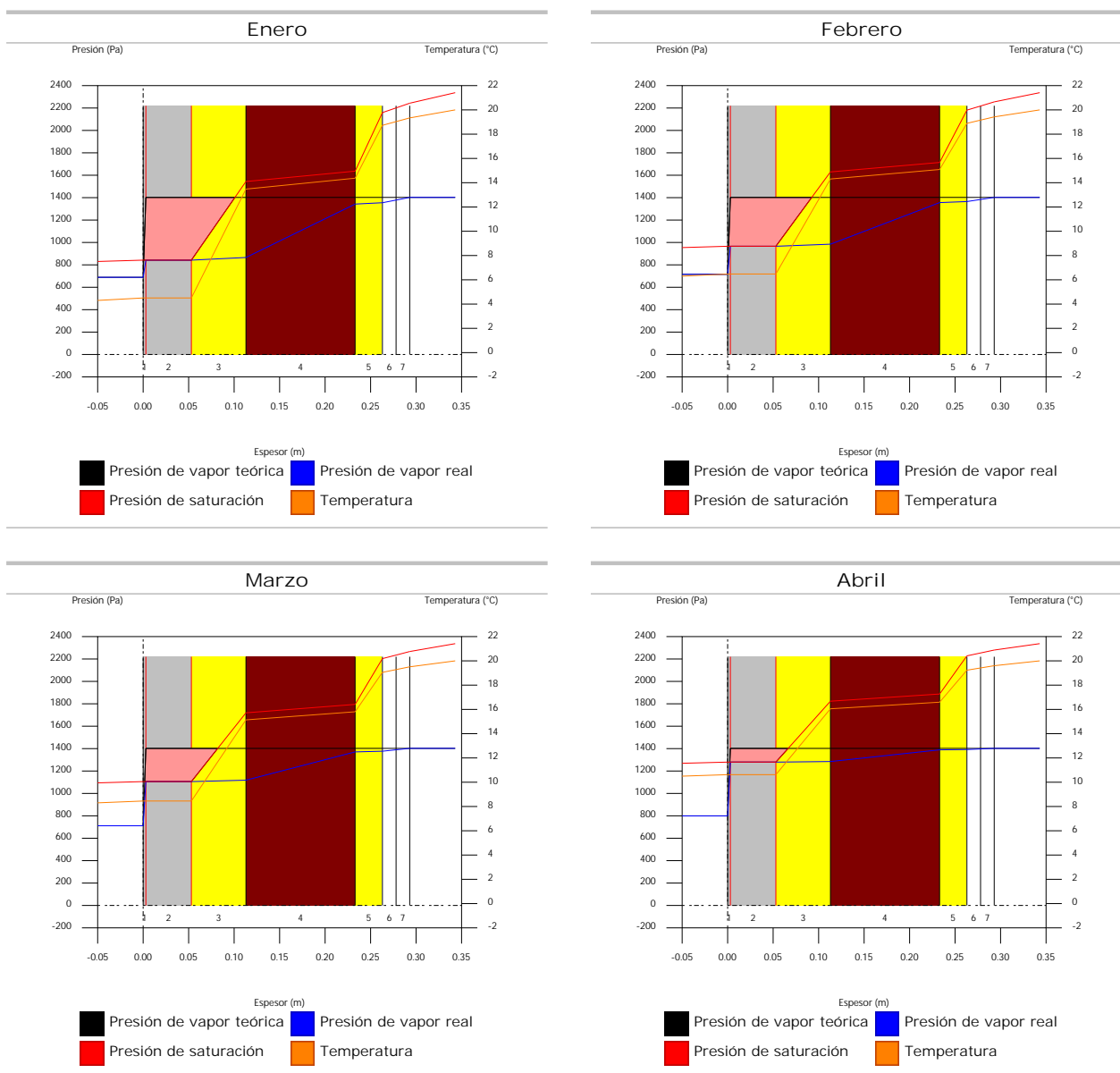
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	212.777	149.678	112.658	45.099	0.036	--	0.215	--	--	--	114.437	199.252
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	77.484	268.060	457.848	30.760	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	526.466	676.144	788.802	833.901	756.453	488.393	30.760	--	--	--	114.437	313.689

donde:

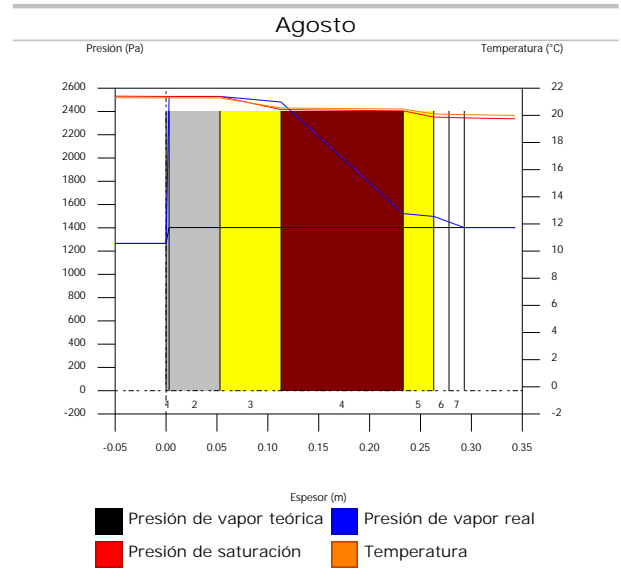
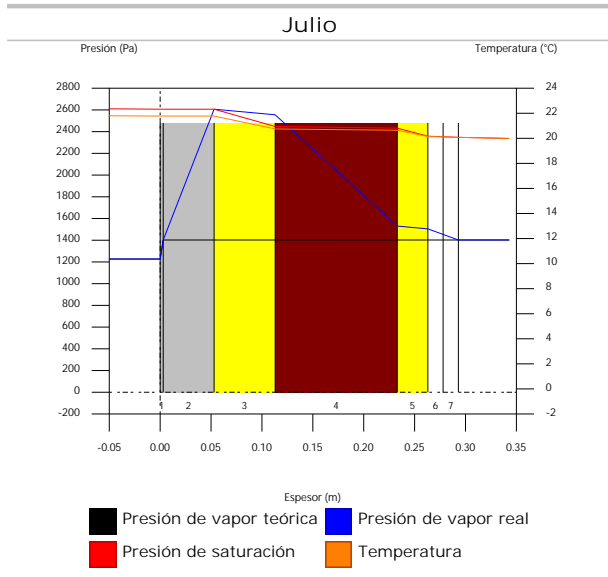
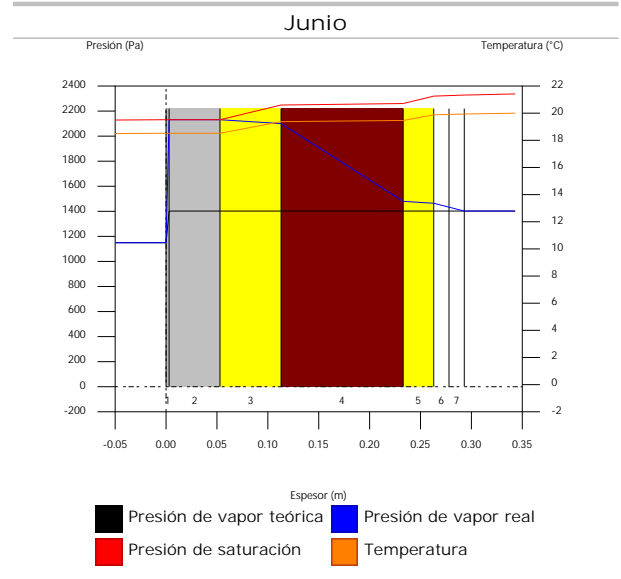
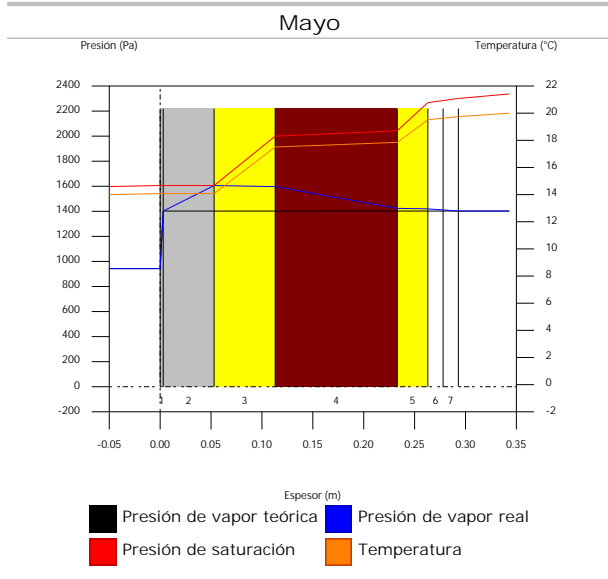
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

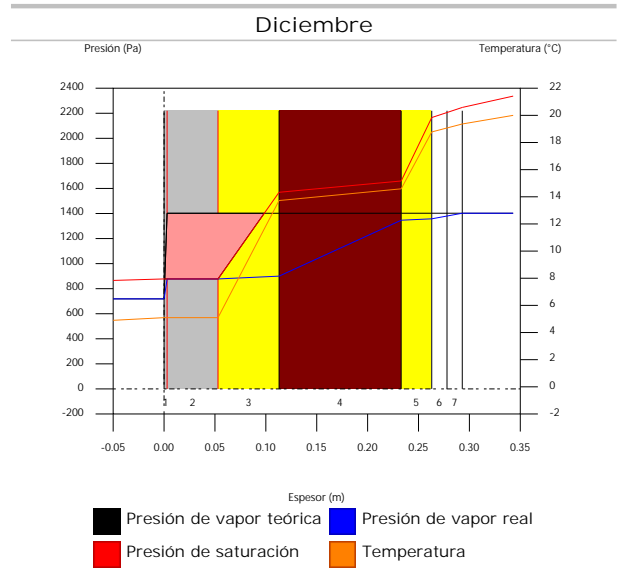
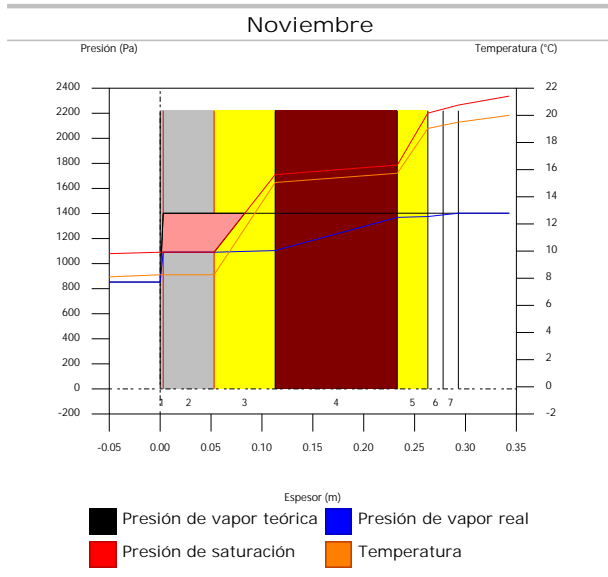
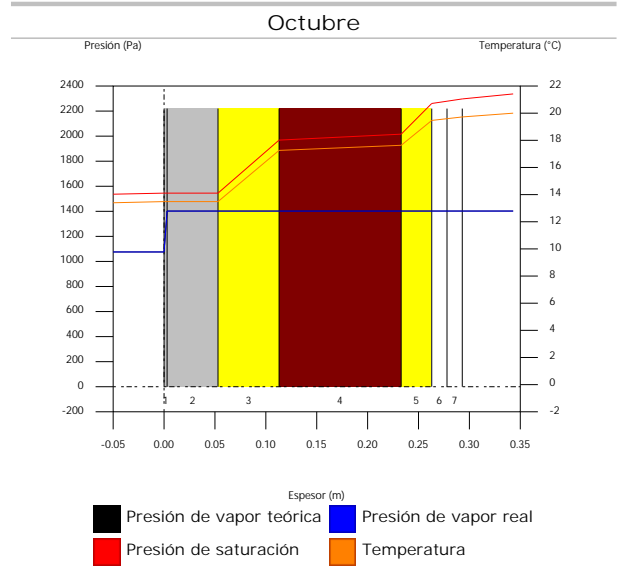
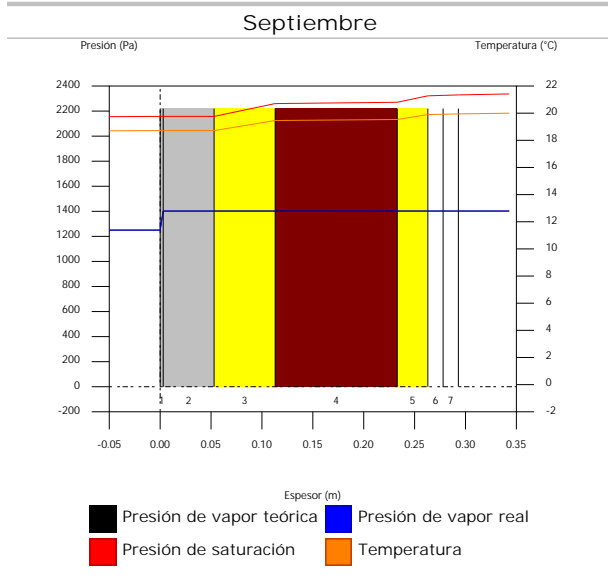
7.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



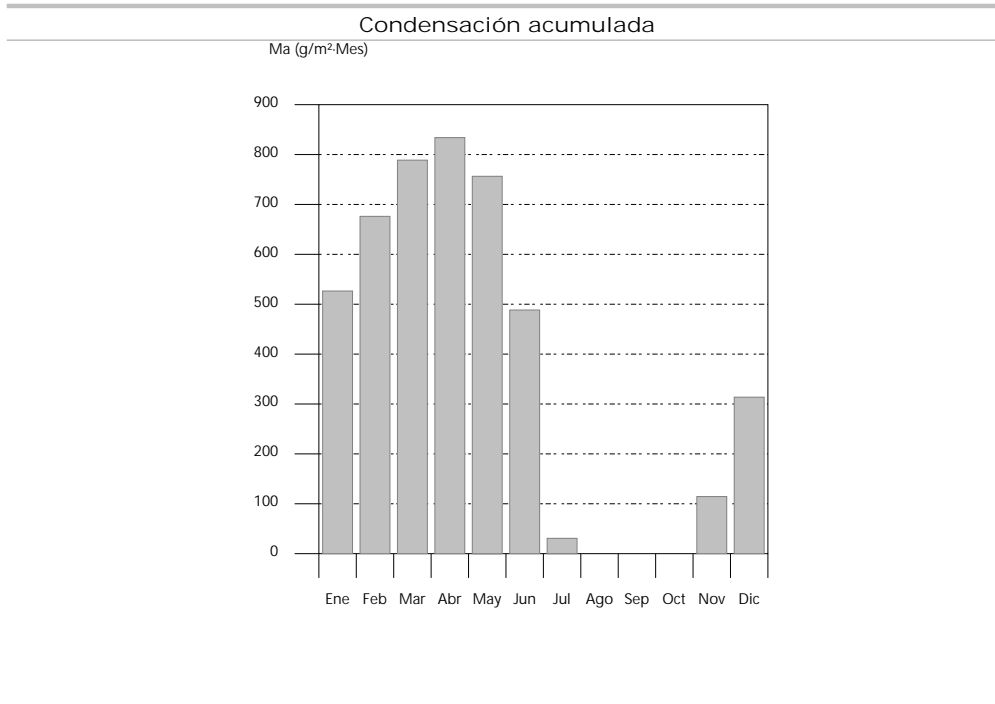
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



7.3. FAC NORTE

7.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

7.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \text{ }^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \in [0.8]$.

7.3.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

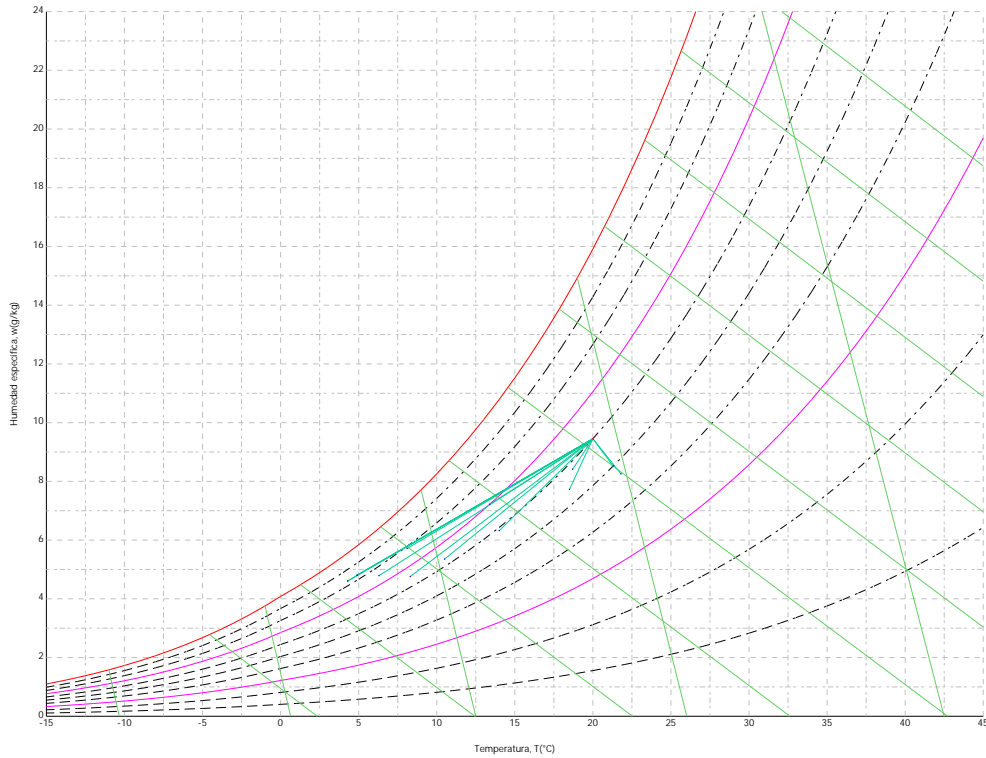
7.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

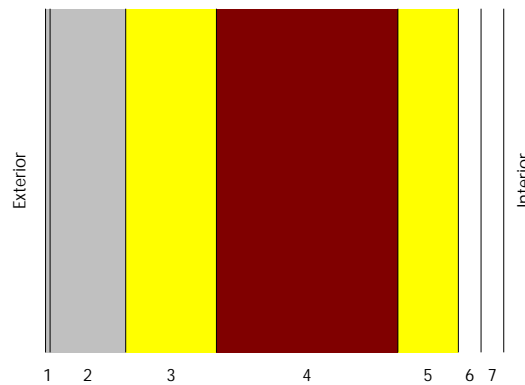
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



7.3.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC NORTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- I: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.296 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

7.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

7.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

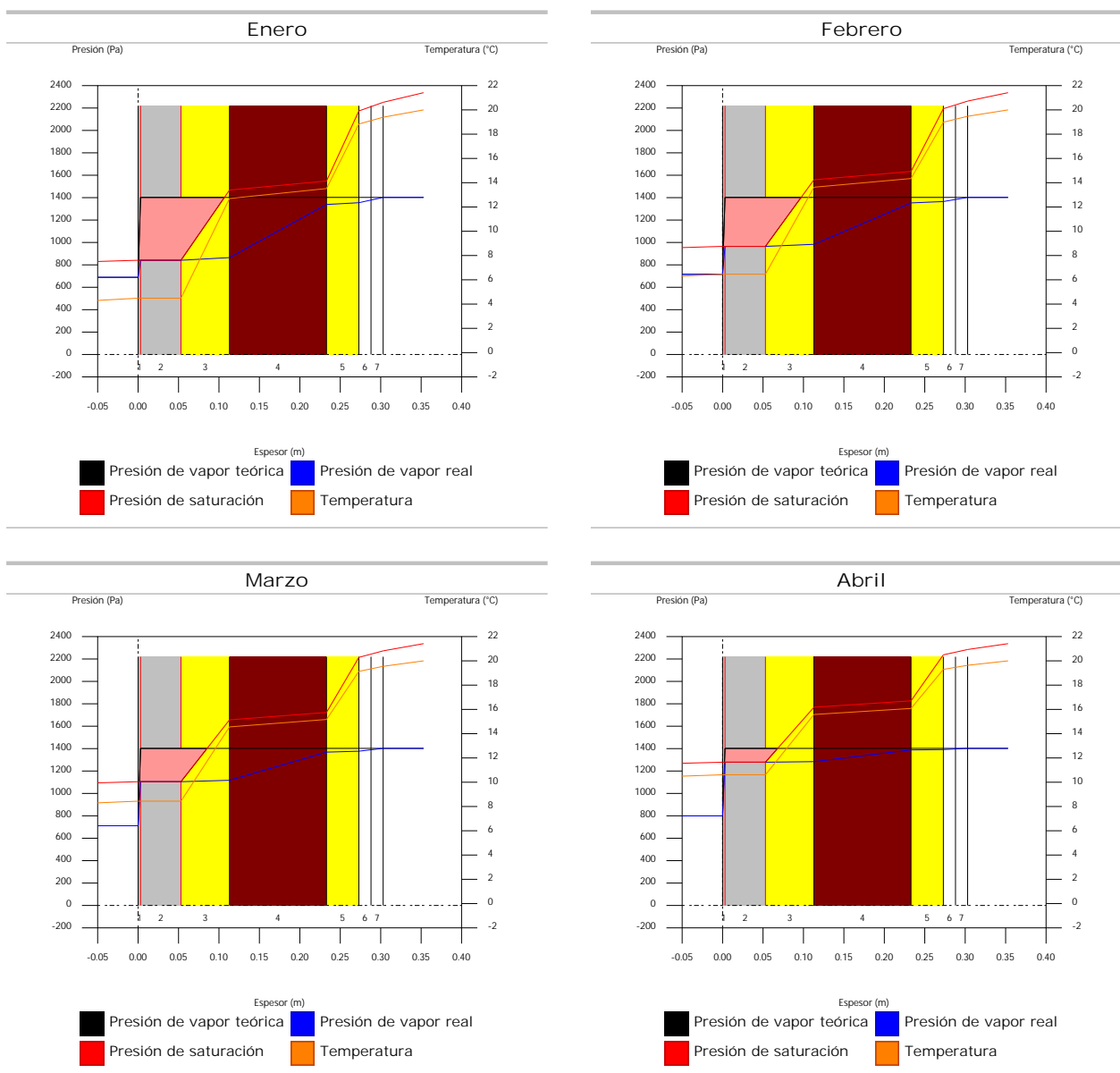
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

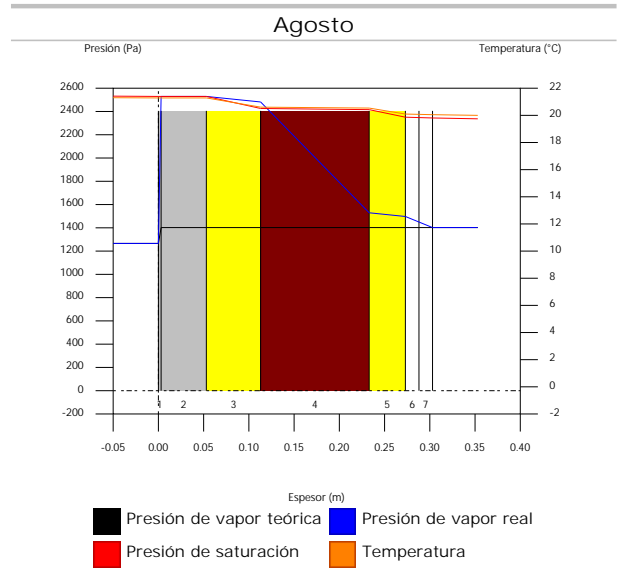
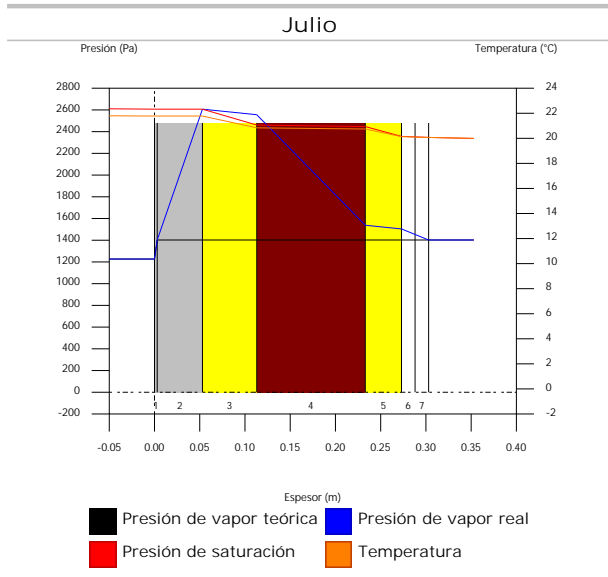
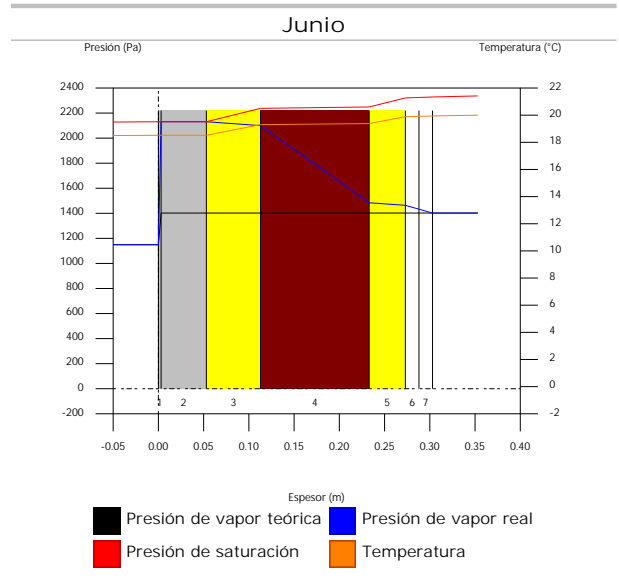
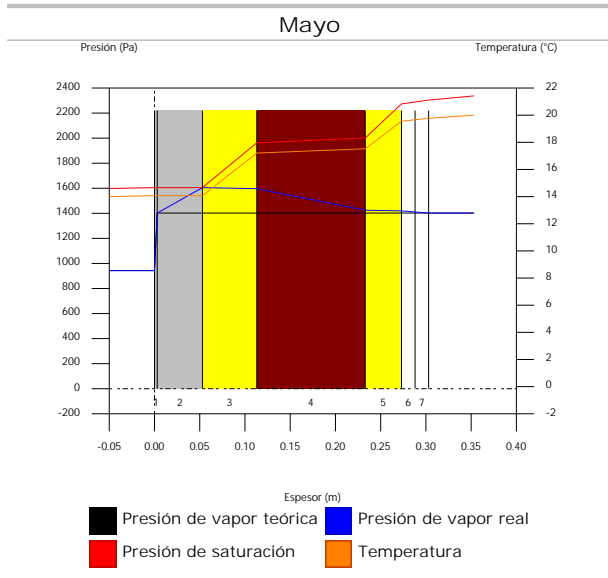
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

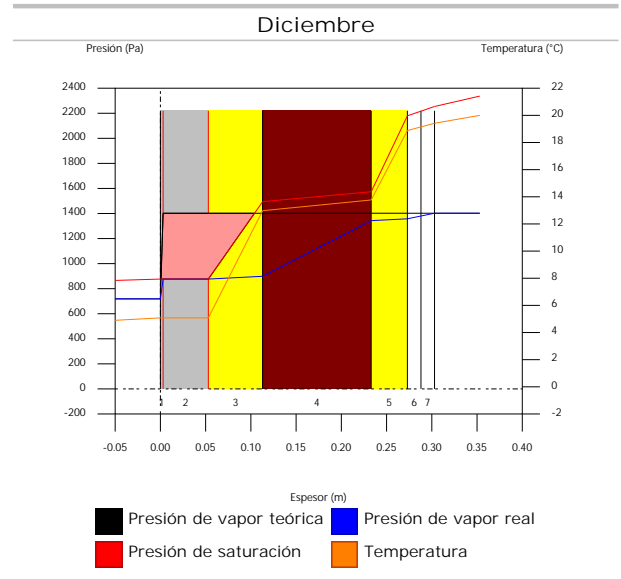
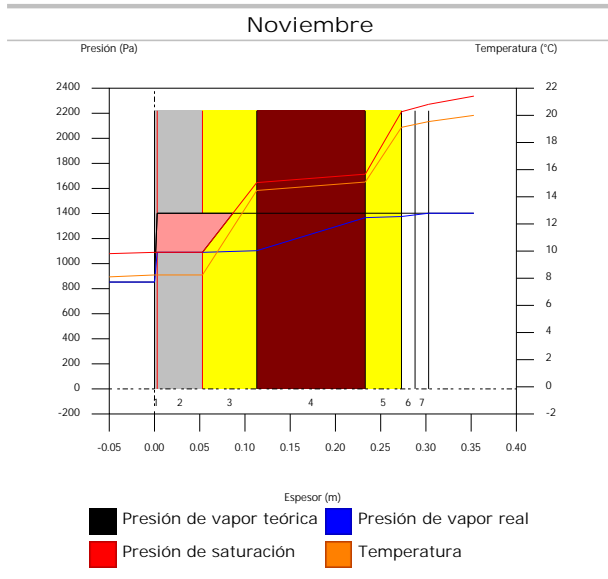
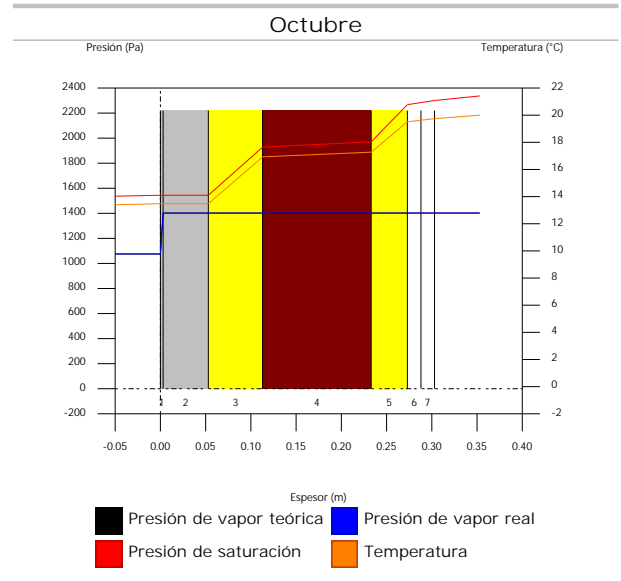
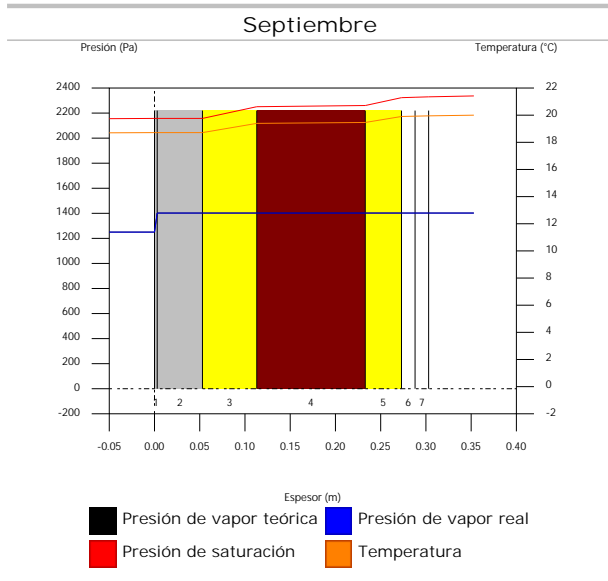
7.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



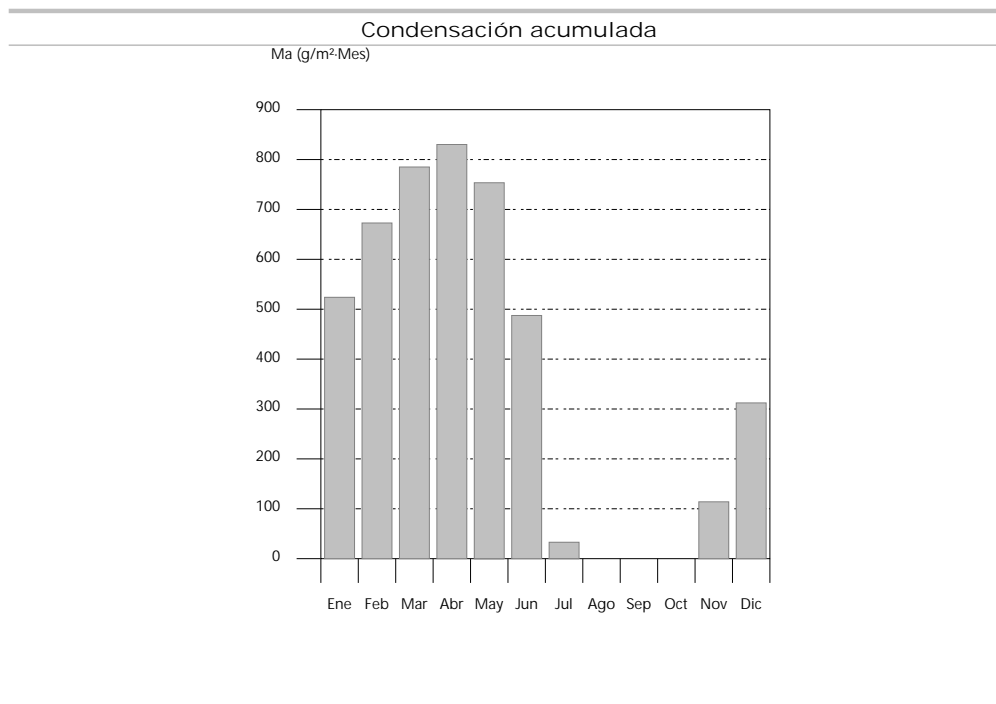
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



7.4. CUB ZINC

7.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones

7.4.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.947 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

7.4.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

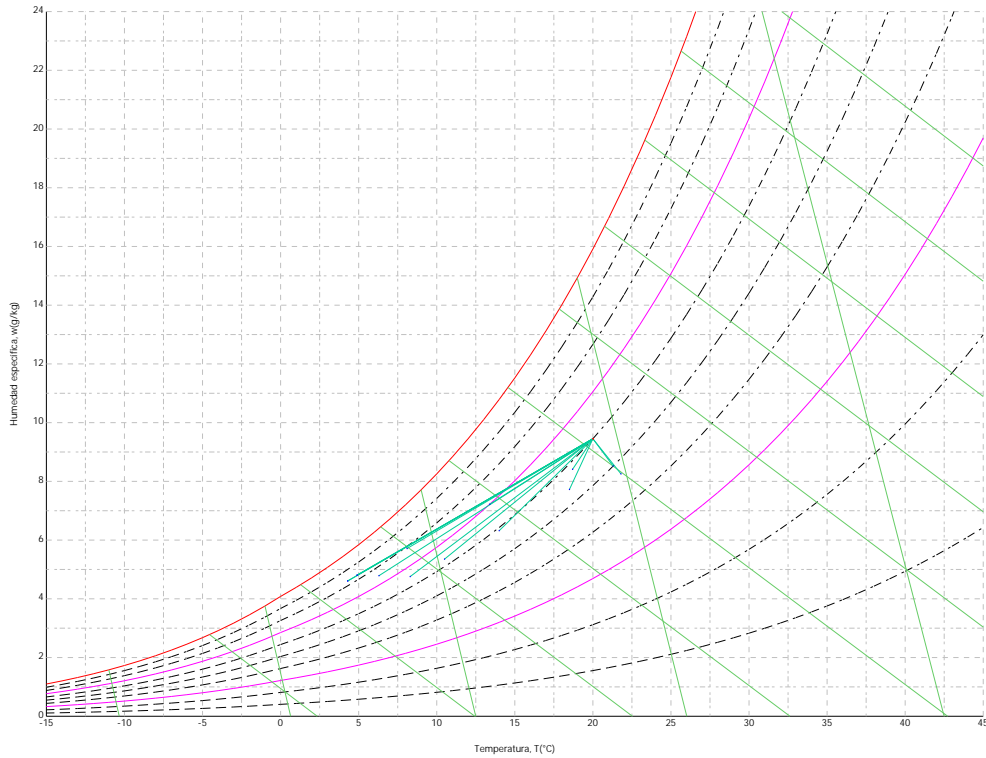
7.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

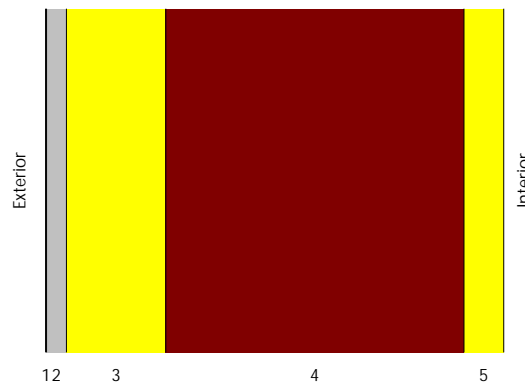
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



7.4.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

CUB ZINC		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.1	110.000	0.00001	1000000	1000
2	Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2.0	0.130	0.15385	30	0.6
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	10.0	0.034	2.94118	20	2
4	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.937	0.32017	10	3
5	MW Lana mineral [0.034 W/[mK]]	4.0	0.034	1.17647	1	0.04
R _{si}				0.10		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

Condensaciones

- R: Resistencia térmica del material, $m^2 \cdot K/W$.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	46.1
Resistencia térmica total, R_T	$m^2 \cdot K/W$	4.7317
Espesor de aire equivalente total, $S_{a,T}$	m	1005.64
Transmitancia térmica, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.211
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.947

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.
 $S_{a,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, $W/(m^2 \cdot K)$.
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 W/m^2 \cdot K$ y $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

7.4.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e \geq q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.947 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

7.4.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.43	837.939	689.042	82.2	--	--
Interfase 1-2	4.43	837.940	837.940	100.0	27.128	79.046
Interfase 2-3	4.94	868.415	868.415	100.0	29.523	59.804
Interfase 3-4	14.70	1672.009	1080.223	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.76	1790.134	1397.935	78.1	--	--
Cara interior	19.67	2289.382	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.42	961.875	715.662	74.4	--	--
Interfase 1-2	6.42	961.877	961.877	100.0	24.044	103.089
Interfase 2-3	6.86	991.840	991.840	100.0	15.229	75.033
Interfase 3-4	15.38	1746.229	1154.670	66.1	--	--
Interfase 4-5	16.30	1852.881	1398.914	75.5	--	--
Cara interior	19.71	2295.395	1402.171	61.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.40	1101.686	711.302	64.6	--	--
Interfase 1-2	8.40	1101.688	1101.688	100.0	25.481	128.570
Interfase 2-3	8.78	1130.463	1130.463	100.0	3.188	78.221
Interfase 3-4	16.05	1823.322	1238.283	67.9	--	--
Interfase 4-5	16.84	1917.546	1400.014	73.0	--	--
Cara interior	19.75	2301.421	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.58	1275.857	799.495	62.7	--	--
Interfase 1-2	10.58	1275.859	1275.859	100.0	22.668	151.239
Interfase 2-3	10.89	1302.381	1302.381	100.0	-12.651	65.570
Interfase 3-4	16.79	1911.554	1341.980	70.2	--	--
Interfase 4-5	17.44	1990.954	1401.379	70.4	--	--
Cara interior	19.80	2308.065	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.05	1602.997	942.661	58.8	--	--
Interfase 1-2	14.05	1602.998	1602.998	100.0	17.857	169.096
Interfase 2-3	14.25	1623.395	1623.395	100.0	-41.724	23.846
Interfase 3-4	17.98	2059.639	1535.608	74.6	--	--
Interfase 4-5	18.38	2112.815	1403.926	66.4	--	--
Cara interior	19.87	2318.671	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.51	2130.268	1149.432	54.0	--	--
Interfase 1-2	18.51	2130.269	2130.269	100.0	5.120	174.216
Interfase 2-3	18.56	2136.783	2136.783	100.0	-23.846	--
Interfase 3-4	19.49	2264.728	1845.270	81.5	--	--
Interfase 4-5	19.60	2279.052	1408.001	61.8	--	--
Cara interior	19.97	2332.369	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.946	1226.874	47.0	--	--
Interfase 1-2	21.78	2607.945	2607.945	100.0	-115.263	58.953
Interfase 2-3	21.73	2598.642	2479.671	95.4	--	--
Interfase 3-4	20.61	2426.271	2052.092	84.6	--	--
Interfase 4-5	20.49	2408.124	1410.722	58.6	--	--
Cara interior	20.04	2342.460	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2530.048	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.29	2530.047	2530.047	100.0	-58.953	--
Interfase 2-3	21.25	2523.501	2410.060	95.5	--	--
Interfase 3-4	20.44	2401.165	2010.104	83.7	--	--
Interfase 4-5	20.35	2388.166	1410.170	59.0	--	--
Cara interior	20.03	2340.928	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2156.867	1250.123	58.0	--	--
Interfase 1-2	18.71	2156.867	1401.318	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.75	2162.574	1401.409	64.8	--	--
Interfase 3-4	19.56	2274.244	1401.711	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.65	2286.699	1402.165	61.3	--	--
Cara interior	19.97	2332.980	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.46	1542.175	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.46	1542.177	1400.339	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.67	1563.878	1400.534	89.6	--	--
Interfase 3-4	17.77	2033.562	1401.183	68.9	--	--
Interfase 4-5	18.22	2091.472	1402.158	67.0	--	--
Cara interior	19.86	2316.850	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.20	1086.943	852.829	78.5	--	--
Interfase 1-2	8.20	1086.945	1086.945	100.0	24.872	24.872
Interfase 2-3	8.59	1115.873	1115.873	100.0	4.454	4.454
Interfase 3-4	15.98	1815.481	1229.483	67.7	--	--
Interfase 4-5	16.79	1910.992	1399.898	73.3	--	--
Cara interior	19.75	2300.817	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.03	873.549	718.612	82.3	--	--
Interfase 1-2	5.03	873.550	873.550	100.0	27.045	51.917
Interfase 2-3	5.52	903.936	903.936	100.0	25.827	30.281
Interfase 3-4	14.90	1693.979	1101.648	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.93	1808.760	1398.216	77.3	--	--
Cara interior	19.68	2291.185	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	56.651	39.273	28.670	22.668	17.857	5.120	--	--	--	--	29.326	52.872
g _{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	12.651	41.724	23.846	115.263	58.953	--	--	--	--
M _a (g/m ²)	138.849	178.122	206.792	216.809	192.942	174.216	58.953	--	--	--	29.326	82.199

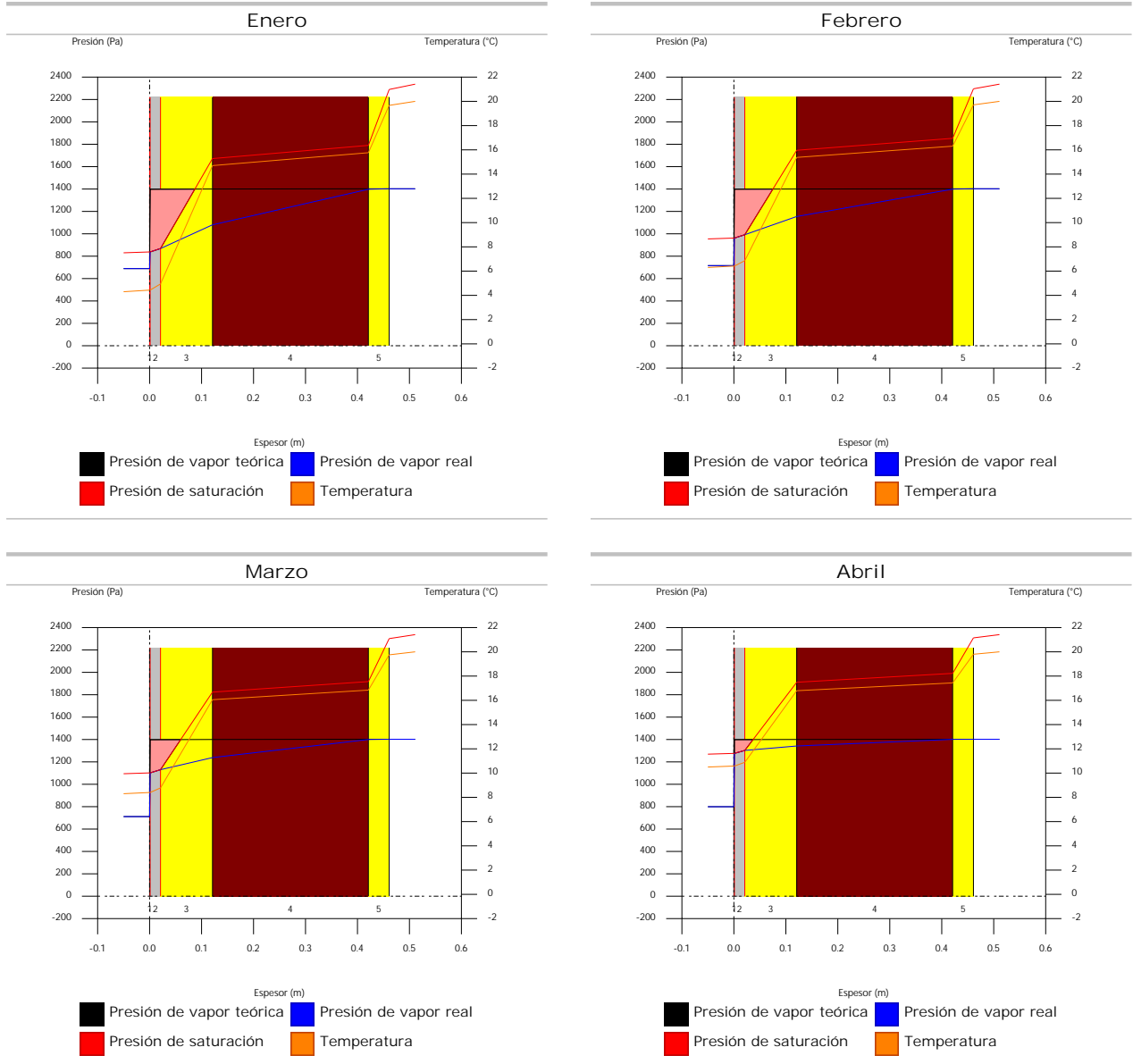
Condensaciones

donde:

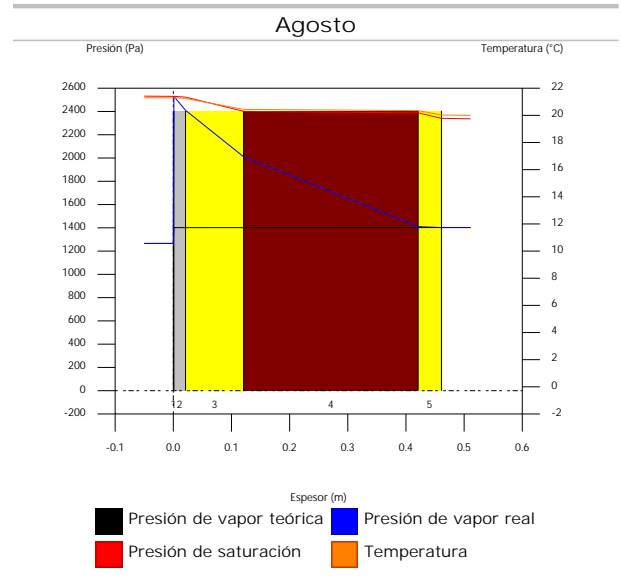
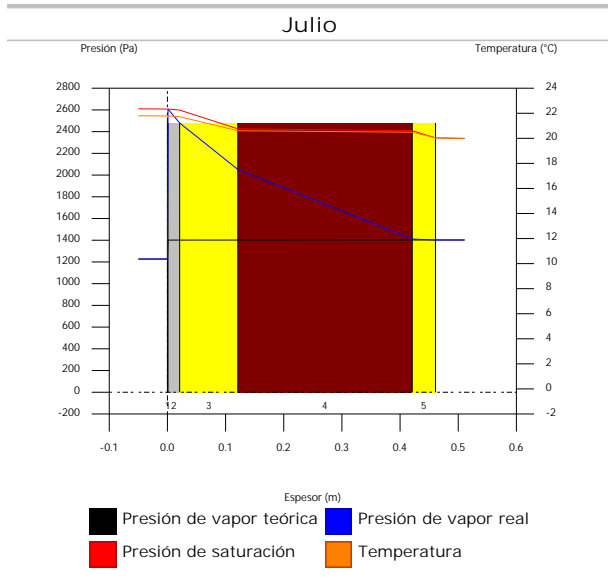
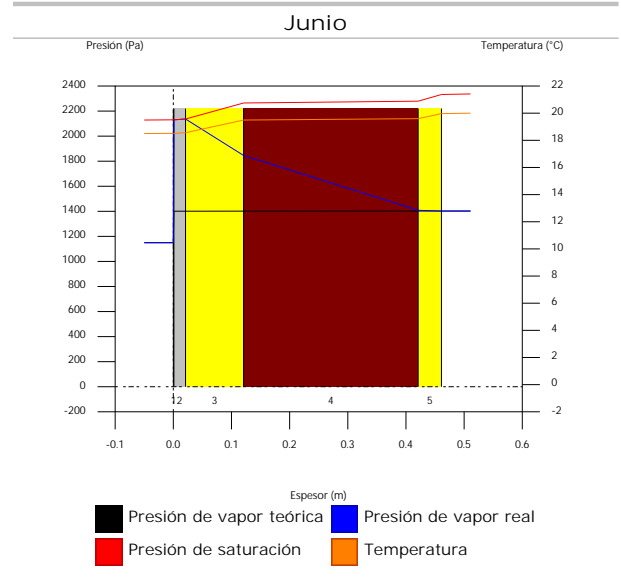
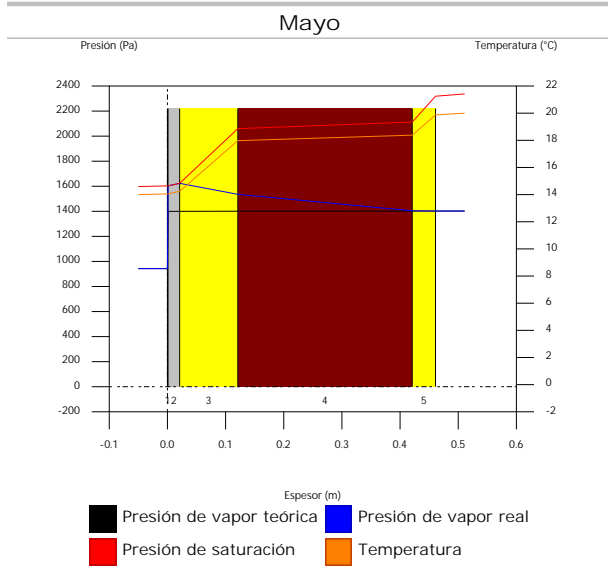
- g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- M_s : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

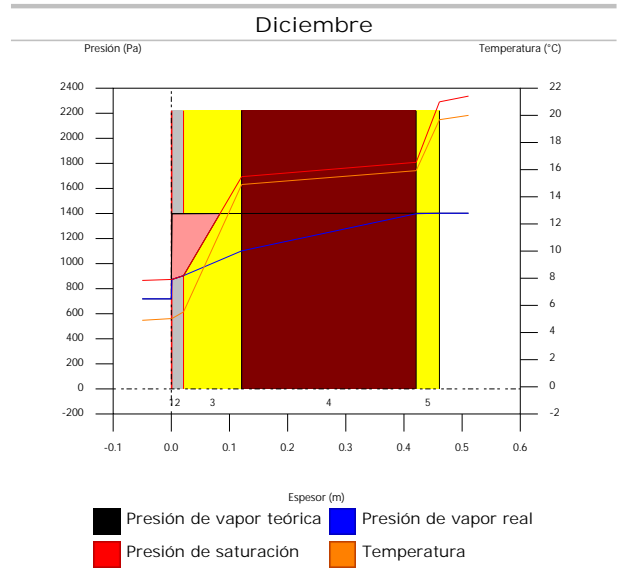
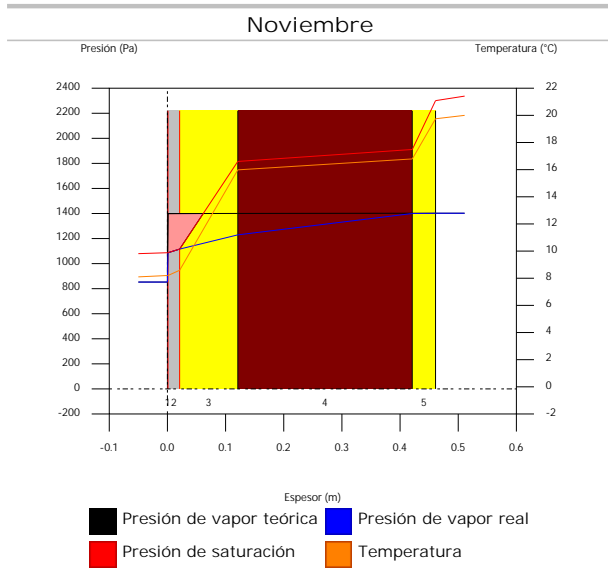
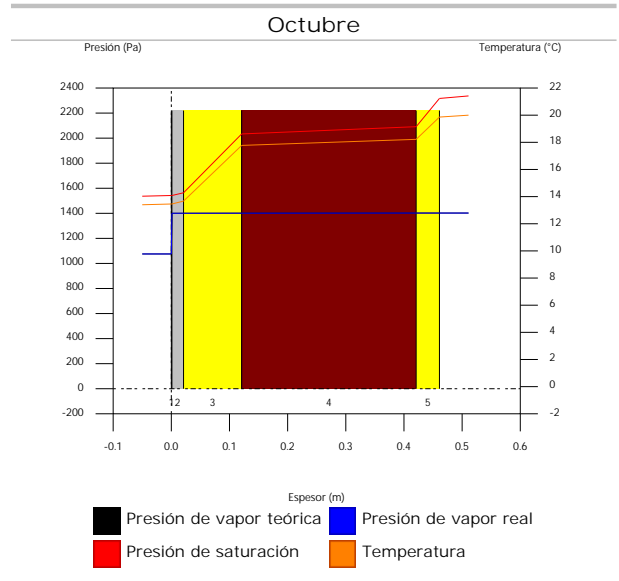
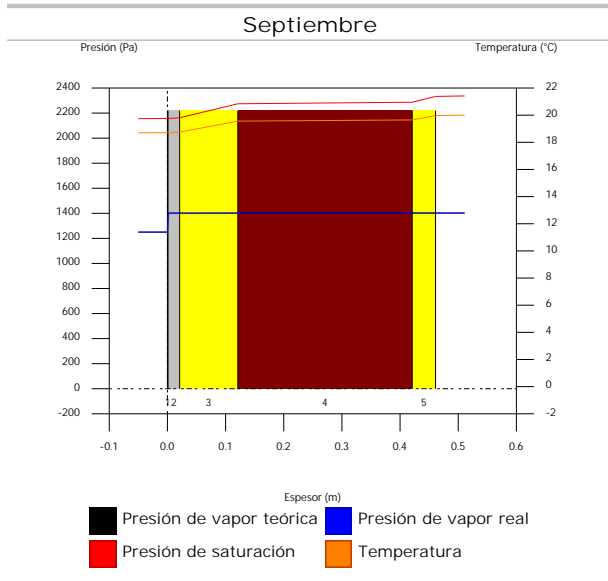
7.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



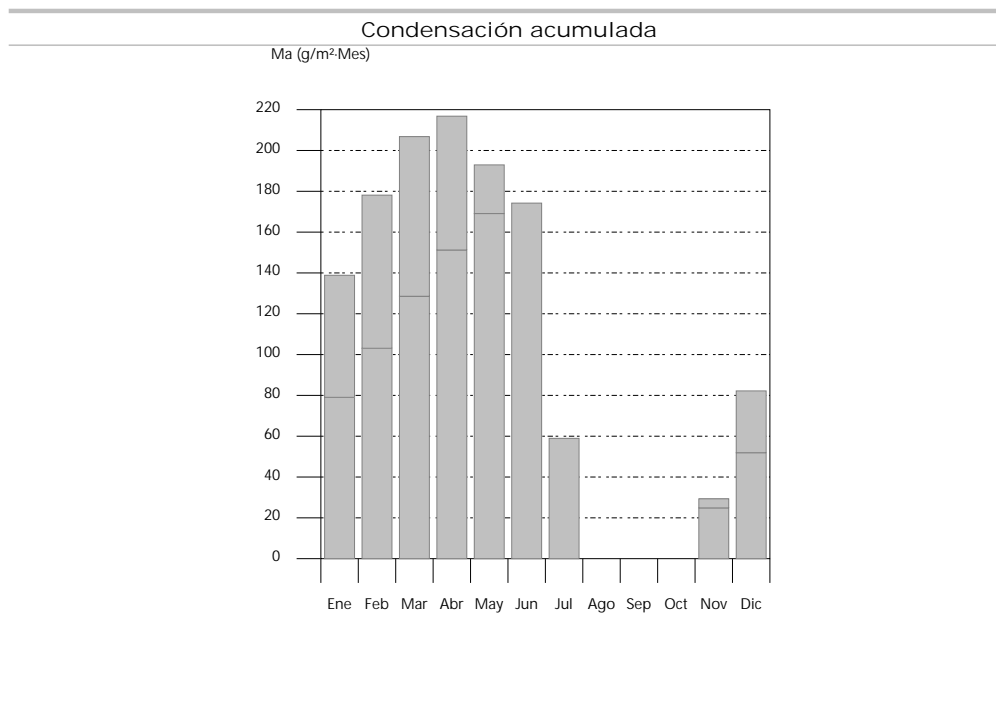
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



7.5. FOR EXT-AUL

7.5.1. Resultados del cálculo de condensaciones

7.5.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.914 \text{ } ^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.345 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,crit} \in [0.8]$.

7.5.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: diciembre, enero, febrero, marzo, abril. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

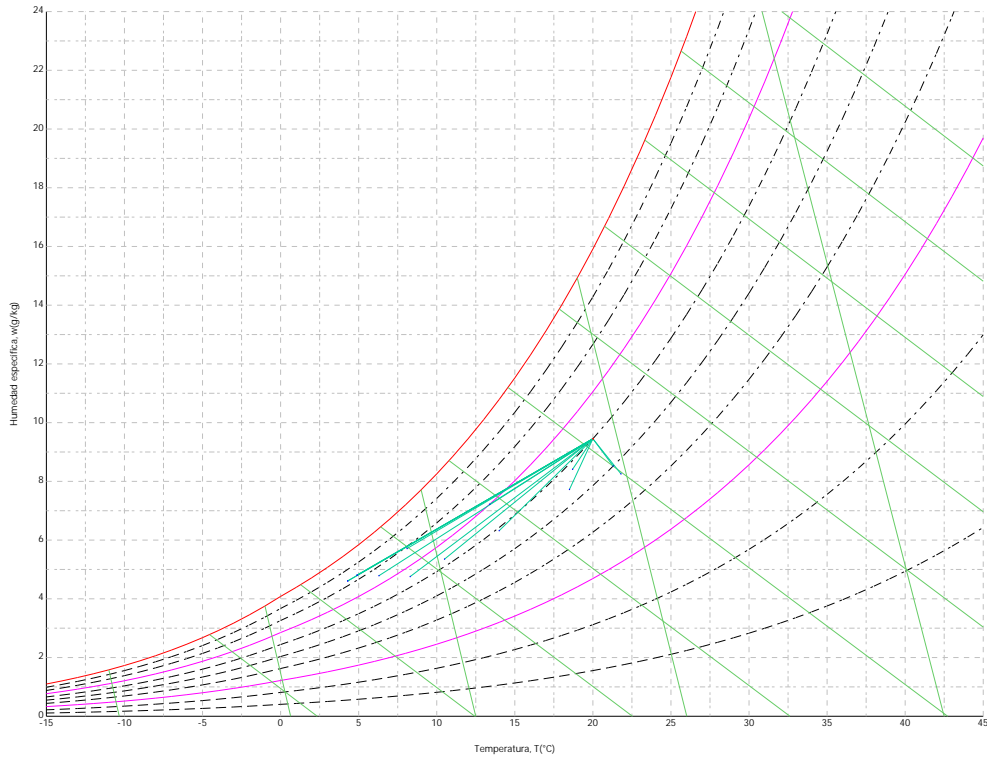
7.5.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

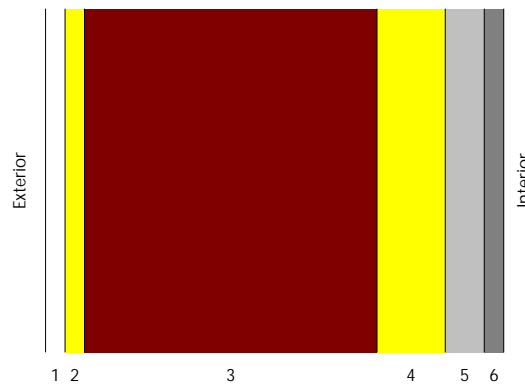
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



7.5.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FOR EXT-AUL		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R_{se}				0.17		
1	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2.0	0.570	0.03509	6	0.12
2	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	2.0	0.040	0.50000	1	0.02
3	FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30.0	1.430	0.20979	80	24
4	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	7.0	0.040	1.75000	1	0.07
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.0	0.700	0.05714	10	0.4
6	Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2.0	2.600	0.00769	30	0.6
R_{si}				0.17		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- I: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	47.0
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	2.8997
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	25.21
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.345
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.914

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.345 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

7.5.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} ≤ 0.8.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e > q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.914 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

7.5.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	5.22	885.371	689.042	77.8	--	--
Interfase 1-2	5.41	897.159	692.437	77.2	--	--
Interfase 2-3	8.12	1080.823	693.003	64.1	--	--
Interfase 3-4	9.25	1167.249	1167.249	100.0	106.999	197.550
Interfase 4-5	18.73	2159.233	1182.618	54.8	--	--
Interfase 5-6	19.04	2201.351	1270.439	57.7	--	--
Cara interior	19.08	2207.075	1402.171	63.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	7.10	1008.454	715.662	71.0	--	--
Interfase 1-2	7.27	1019.981	718.930	70.5	--	--
Interfase 2-3	9.63	1197.313	719.475	60.1	--	--
Interfase 3-4	10.62	1279.446	1279.446	100.0	44.194	241.745
Interfase 4-5	18.89	2181.194	1287.475	59.0	--	--
Interfase 5-6	19.16	2218.233	1333.353	60.1	--	--
Cara interior	19.20	2223.261	1402.171	63.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.99	1146.365	711.302	62.0	--	--
Interfase 1-2	9.13	1157.375	714.591	61.7	--	--
Interfase 2-3	11.14	1324.705	715.139	54.0	0.625	0.625
Interfase 3-4	11.99	1401.015	1401.015	100.0	-14.727	227.018
Interfase 4-5	19.05	2203.350	1401.091	63.6	--	--
Interfase 5-6	19.28	2235.228	1401.523	62.7	--	--
Cara interior	19.31	2239.550	1402.171	62.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	11.06	1316.986	799.495	60.7	--	--
Interfase 1-2	11.17	1327.078	802.364	60.5	2501.698	2501.698
Interfase 2-3	12.81	1478.455	1478.455	100.0	-0.625	--
Interfase 3-4	13.50	1546.353	1546.353	100.0	-71.321	155.697
Interfase 4-5	19.23	2227.949	1536.920	69.0	--	--
Interfase 5-6	19.42	2254.055	1483.021	65.8	--	--
Cara interior	19.44	2257.589	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.35	1634.567	942.661	57.7	--	--
Interfase 1-2	14.42	1642.262	1642.262	100.0	-2501.698	--
Interfase 2-3	15.46	1755.422	1642.398	93.6	--	--
Interfase 3-4	15.89	1804.901	1804.901	100.0	-155.697	--
Interfase 4-5	19.51	2267.579	1778.554	78.4	--	--
Interfase 5-6	19.63	2284.291	1628.001	71.3	--	--
Cara interior	19.65	2286.549	1402.171	61.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.59	2140.329	1149.432	53.7	--	--
Interfase 1-2	18.61	2142.761	1150.635	53.7	--	--
Interfase 2-3	18.86	2177.688	1150.835	52.8	--	--
Interfase 3-4	18.97	2192.490	1391.444	63.5	--	--
Interfase 4-5	19.88	2319.436	1392.145	60.0	--	--
Interfase 5-6	19.91	2323.688	1396.155	60.1	--	--
Cara interior	19.91	2324.260	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.69	2593.602	1226.874	47.3	--	--
Interfase 1-2	21.67	2590.152	1227.708	47.4	--	--
Interfase 2-3	21.36	2541.436	1227.847	48.3	--	--
Interfase 3-4	21.23	2521.235	1394.730	55.3	--	--
Interfase 4-5	20.15	2358.122	1395.217	59.2	--	--
Interfase 5-6	20.11	2352.955	1397.999	59.4	--	--
Cara interior	20.11	2352.260	1402.171	59.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.22	2519.952	1265.876	50.2	--	--
Interfase 1-2	21.21	2517.523	1266.525	50.3	--	--
Interfase 2-3	20.98	2483.124	1266.633	51.0	--	--
Interfase 3-4	20.89	2468.814	1396.386	56.6	--	--
Interfase 4-5	20.11	2352.224	1396.764	59.4	--	--
Interfase 5-6	20.08	2348.500	1398.927	59.6	--	--
Cara interior	20.08	2347.999	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _v (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.78	2165.679	1250.123	57.7	--	--
Interfase 1-2	18.79	2167.808	1250.847	57.7	--	--
Interfase 2-3	19.02	2198.359	1250.968	56.9	--	--
Interfase 3-4	19.11	2211.289	1395.717	63.1	--	--
Interfase 4-5	19.89	2321.765	1396.139	60.1	--	--
Interfase 5-6	19.92	2325.452	1398.552	60.1	--	--
Cara interior	19.92	2325.949	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_v: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _v (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.79	1575.774	1075.604	68.3	--	--
Interfase 1-2	13.87	1583.973	1077.158	68.0	--	--
Interfase 2-3	15.00	1704.939	1077.417	63.2	--	--
Interfase 3-4	15.48	1758.058	1388.310	79.0	--	--
Interfase 4-5	19.47	2260.741	1389.217	61.4	--	--
Interfase 5-6	19.60	2279.083	1394.398	61.2	--	--
Cara interior	19.61	2281.562	1402.171	61.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_v: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.80	1131.864	852.829	75.3	--	--
Interfase 1-2	8.94	1142.940	855.444	74.8	--	--
Interfase 2-3	10.99	1311.451	855.880	65.3	--	--
Interfase 3-4	11.85	1388.418	1378.855	99.3	--	--
Interfase 4-5	19.04	2201.125	1380.380	62.7	--	--
Interfase 5-6	19.27	2233.524	1389.096	62.2	--	--
Cara interior	19.30	2237.917	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.79	920.824	718.612	78.0	--	--
Interfase 1-2	5.97	932.557	721.866	77.4	--	--
Interfase 2-3	8.57	1114.674	722.408	64.8	--	--
Interfase 3-4	9.66	1199.962	1199.962	100.0	90.552	90.552
Interfase 4-5	18.78	2165.801	1213.190	56.0	--	--
Interfase 5-6	19.07	2206.404	1288.782	58.4	--	--
Cara interior	19.11	2211.920	1402.171	63.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es diciembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												

Condensaciones

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
g_c g/(m ² .mes)	106.999	44.194	0.625	2501.698	--	--	--	--	--	--	--	90.552
g_{ev} g/(m ² .mes)	--	--	14.727	71.946	2657.395	--	--	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	197.550	241.745	227.643	2657.395	--	--	--	--	--	--	--	90.552

donde:

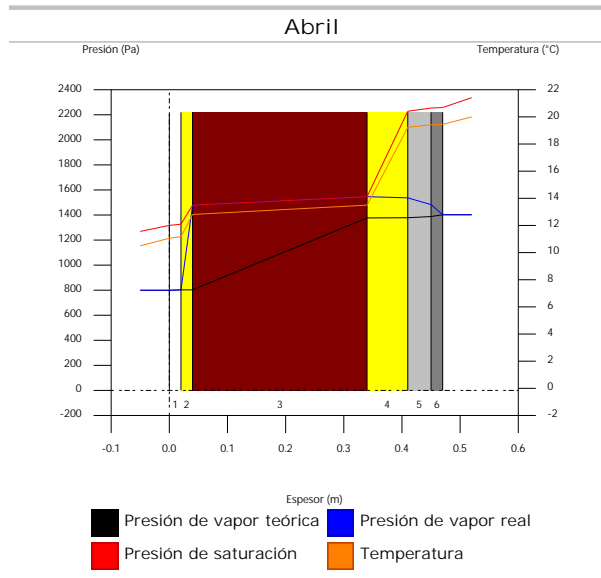
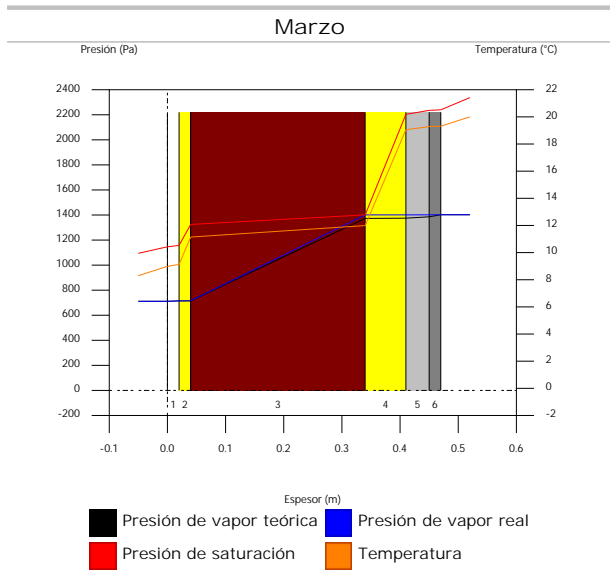
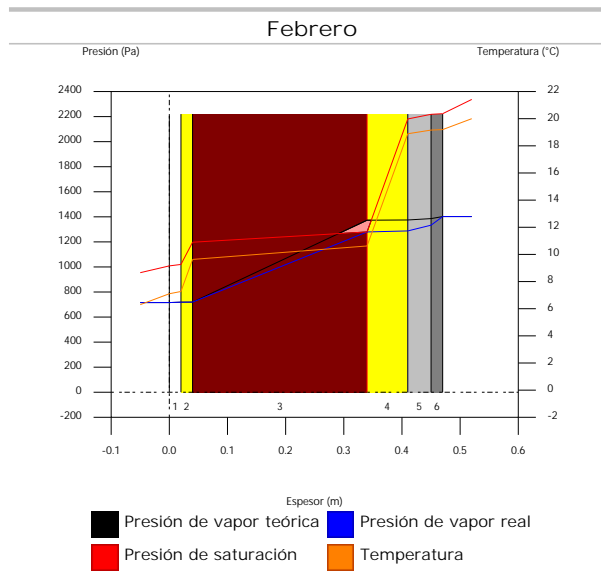
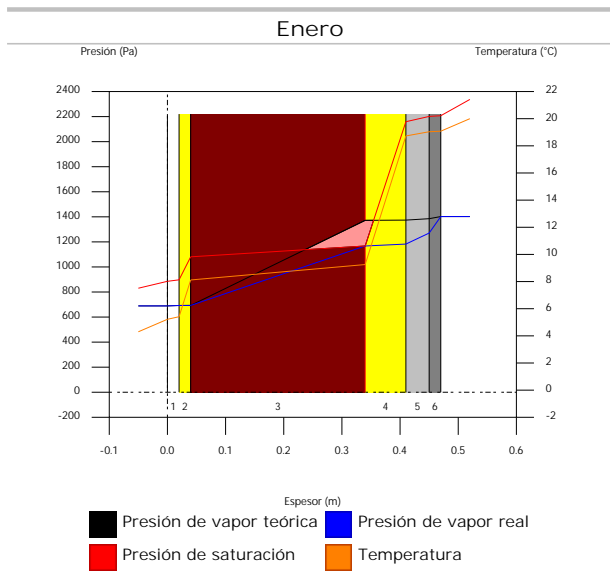
g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).

g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m².mes).

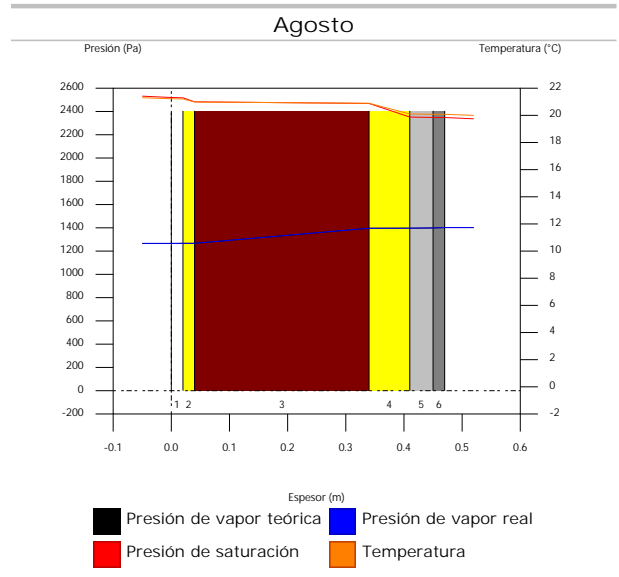
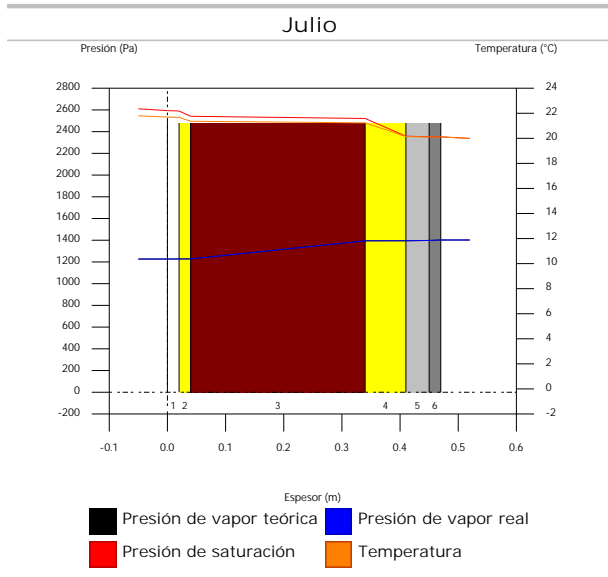
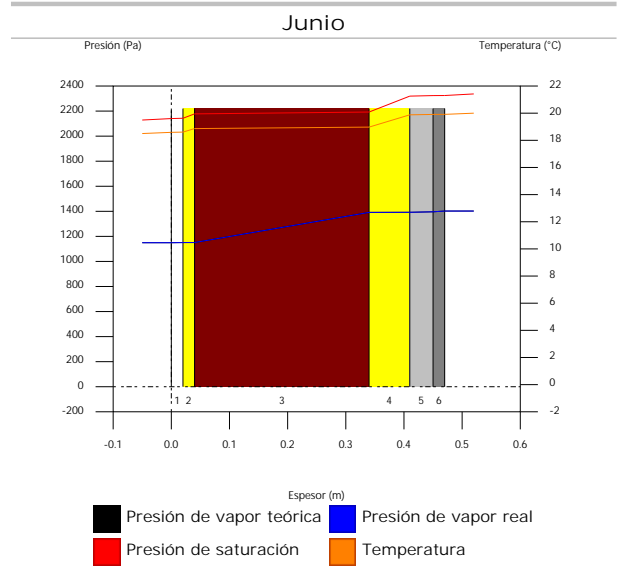
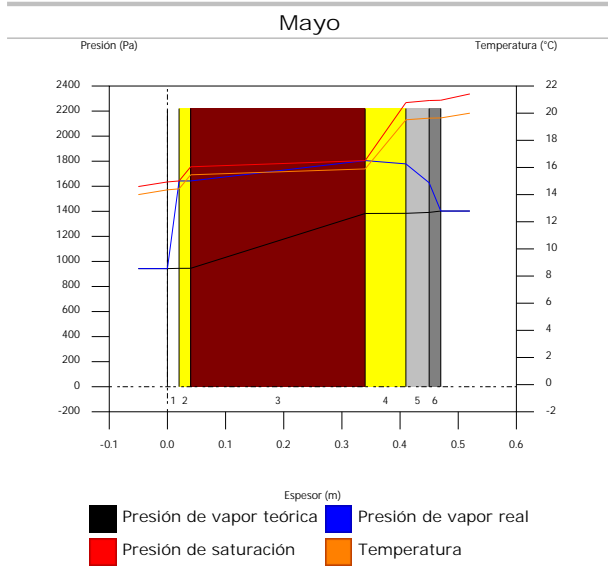
M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

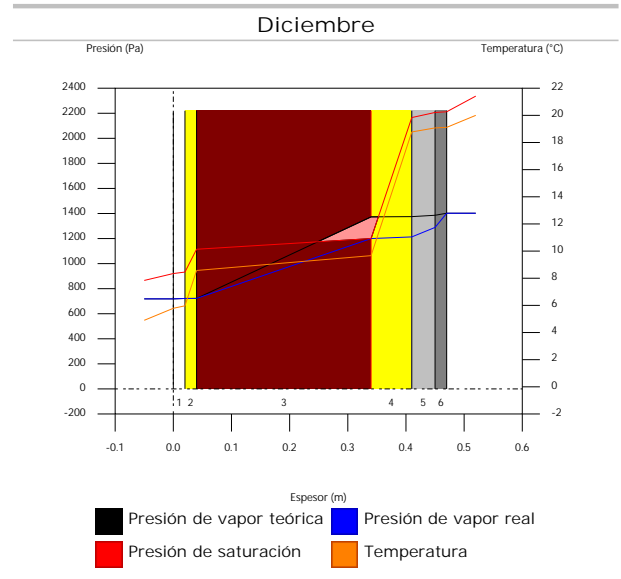
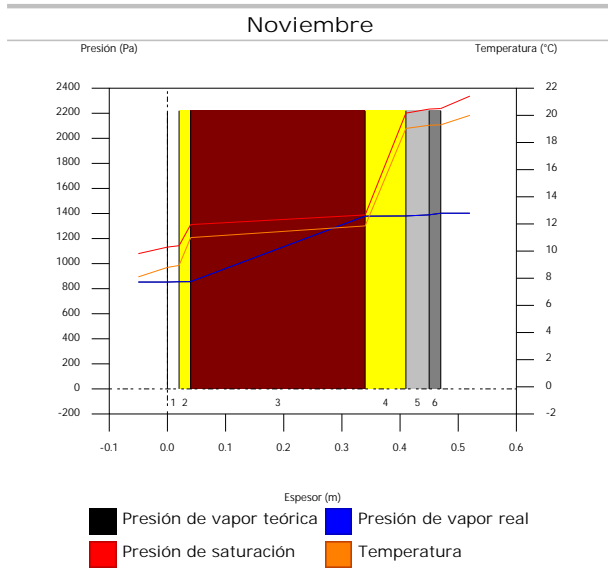
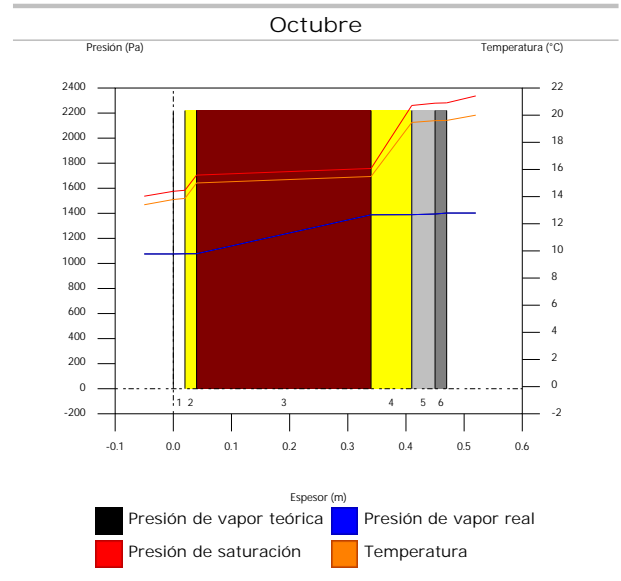
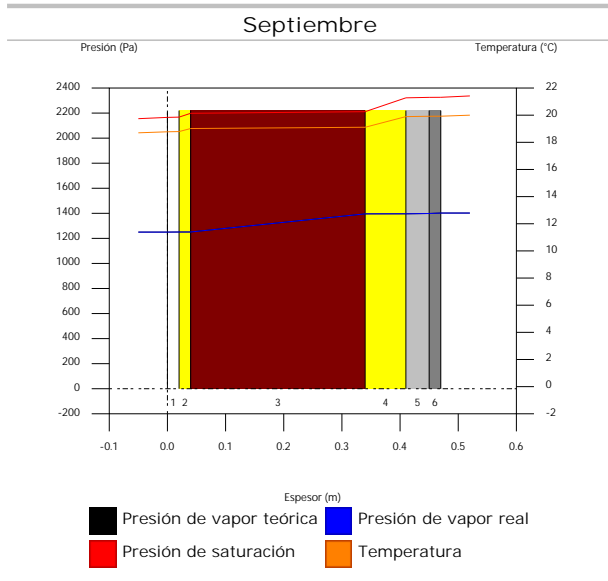
7.5.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



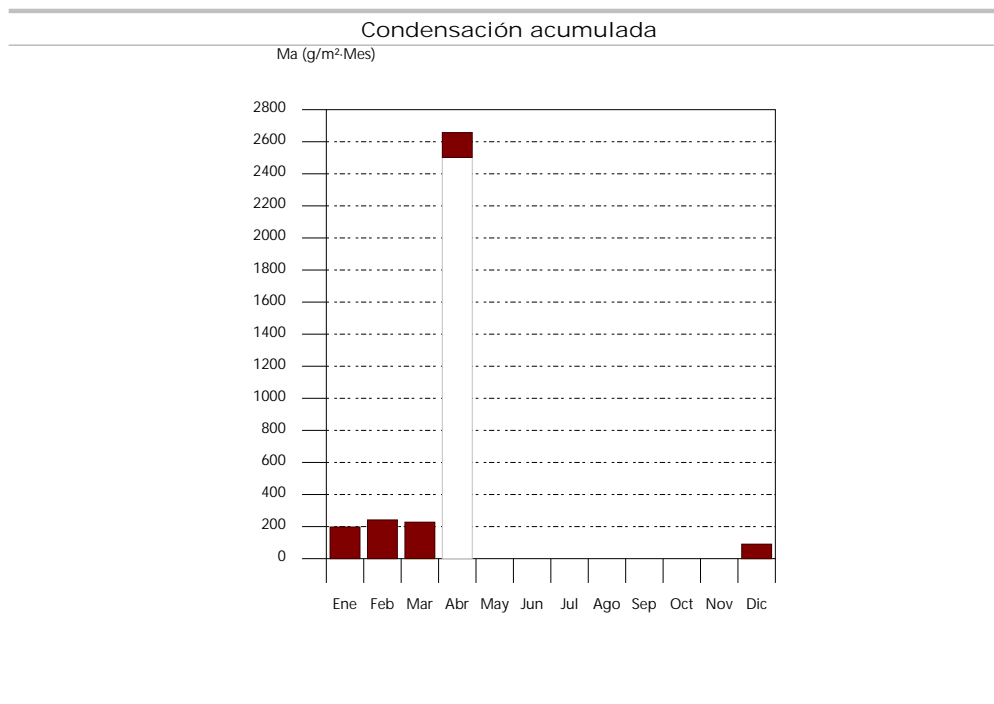
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



8. ZONA 8

8.1. FAC OESTE

8.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

8.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.919 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.324 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

8.1.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

8.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

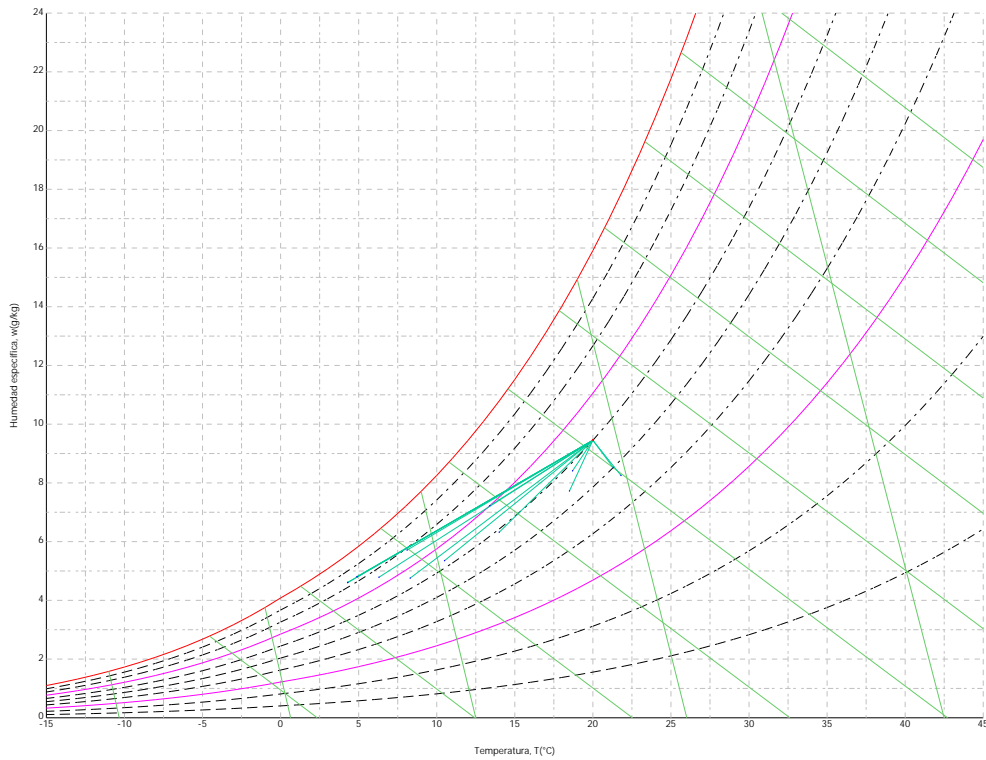
Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición

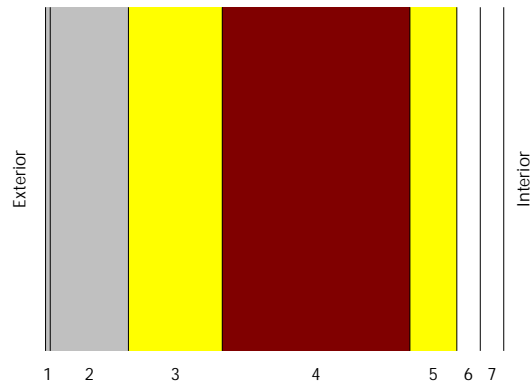
Condensaciones

exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



8.1.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC OESTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

Condensaciones

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	29.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.0883
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.42
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.324
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.919

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.324 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

8.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Condensaciones

Dado que $f_{Rsi} = 0.919 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

8.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.50	842.098	689.042	81.8	--	--
Interfase 1-2	4.50	842.106	842.106	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.50	842.106	842.106	100.0	212.777	526.466
Interfase 3-4	13.47	1544.065	865.938	56.1	--	--
Interfase 4-5	14.37	1636.678	1342.589	82.0	--	--
Interfase 5-6	18.73	2159.309	1354.506	62.7	--	--
Interfase 6-7	19.03	2200.829	1378.338	62.6	--	--
Cara interior	19.34	2243.045	1402.171	62.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.48	965.972	715.662	74.1	--	--
Interfase 1-2	6.48	965.980	965.980	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.48	965.980	965.980	100.0	149.678	676.144
Interfase 3-4	14.31	1629.718	984.542	60.4	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.162	1355.767	79.1	--	--
Interfase 5-6	18.89	2181.261	1365.048	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.16	2217.774	1383.609	62.4	--	--
Cara interior	19.42	2254.821	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.45	1105.628	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.45	1105.636	1105.636	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.45	1105.636	1105.636	100.0	112.658	788.802
Interfase 3-4	15.14	1719.510	1118.255	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.81	1794.844	1370.624	76.4	--	--
Interfase 5-6	19.05	2203.408	1376.934	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.28	2234.834	1389.552	62.2	--	--
Cara interior	19.51	2266.651	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.62	1279.498	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.62	1279.505	1279.505	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.62	1279.505	1279.505	100.0	45.099	833.901
Interfase 3-4	16.05	1823.265	1284.725	70.5	--	--
Interfase 4-5	16.59	1887.422	1389.121	73.6	--	--
Interfase 5-6	19.23	2227.996	1391.731	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.42	2253.732	1396.951	62.0	--	--
Cara interior	19.60	2279.727	1402.171	61.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.08	1605.805	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.08	1605.811	1401.953	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.08	1605.811	1605.811	100.0	-77.484	756.417
Interfase 3-4	17.51	1999.651	1597.145	79.9	--	--
Interfase 4-5	17.85	2043.334	1423.835	69.7	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.609	1419.502	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.63	2284.085	1410.836	61.8	--	--
Cara interior	19.75	2300.665	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.169	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.170	2131.170	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2131.170	2131.170	100.0	-268.024	488.393
Interfase 3-4	19.38	2248.273	2100.149	93.4	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.287	1479.724	65.5	--	--
Interfase 5-6	19.88	2319.444	1464.213	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.91	2323.635	1433.192	61.7	--	--
Cara interior	19.94	2327.833	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.657	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.654	1402.088	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.654	2606.654	100.0	-457.848	30.545
Interfase 3-4	20.75	2447.390	2555.400	104.4	--	--
Interfase 4-5	20.65	2431.941	1530.307	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.15	2358.112	1504.680	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.11	2353.018	1453.425	61.8	--	--
Cara interior	20.08	2347.934	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.141	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.139	2529.139	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.139	2529.139	100.0	-30.545	--
Interfase 3-4	20.54	2416.264	2481.183	102.7	--	--
Interfase 4-5	20.47	2405.222	1522.061	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.11	2352.217	1498.083	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.08	2348.545	1450.127	61.7	--	--
Cara interior	20.05	2344.879	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.656	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.657	1402.099	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.657	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.46	2259.924	1402.102	62.0	--	--
Interfase 4-5	19.53	2270.380	1402.163	61.8	--	--
Interfase 5-6	19.89	2321.772	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.92	2325.407	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.047	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1545.162	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1545.168	1402.016	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1545.168	1402.017	90.7	--	--
Interfase 3-4	17.26	1968.393	1402.024	71.2	--	--
Interfase 4-5	17.63	2015.832	1402.154	69.6	--	--
Interfase 5-6	19.47	2260.775	1402.158	62.0	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.856	1402.164	61.5	--	--
Cara interior	19.72	2297.064	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.25	1090.906	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.25	1090.913	1090.913	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.25	1090.913	1090.913	100.0	114.437	114.437
Interfase 3-4	15.05	1710.340	1104.158	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.73	1786.629	1369.058	76.6	--	--
Interfase 5-6	19.04	2201.184	1375.681	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.27	2233.123	1388.926	62.2	--	--
Cara interior	19.50	2265.466	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.10	877.698	718.612	81.9	--	--
Interfase 1-2	5.10	877.706	877.706	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.10	877.706	877.706	100.0	199.252	313.689
Interfase 3-4	13.72	1569.336	900.024	57.4	--	--
Interfase 4-5	14.59	1659.594	1346.377	81.1	--	--
Interfase 5-6	18.78	2165.875	1357.535	62.7	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.901	1379.853	62.6	--	--
Cara interior	19.36	2246.572	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

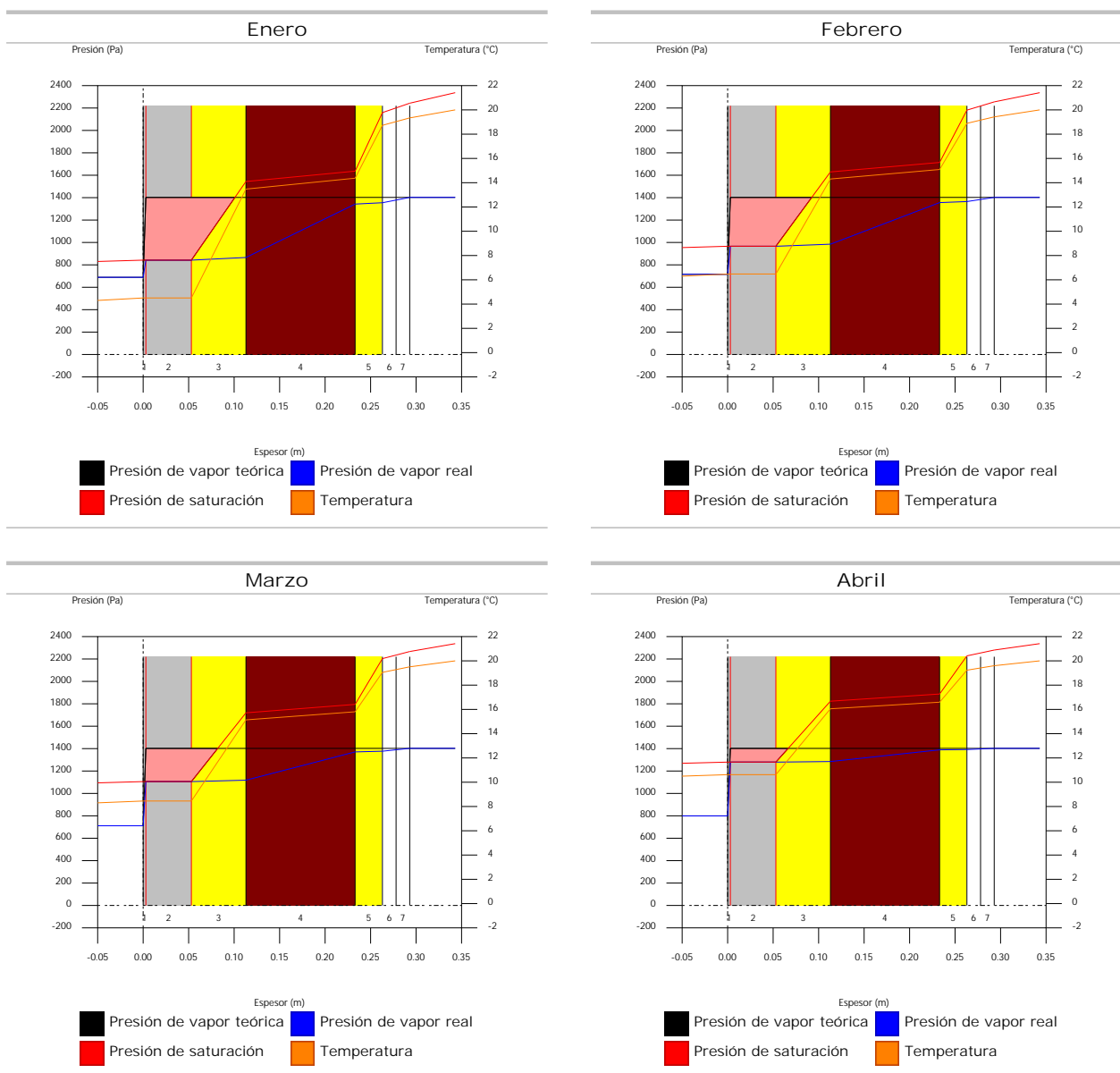
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	212.777	149.678	112.658	45.099	0.036	--	0.215	--	--	--	114.437	199.252
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	77.484	268.060	457.848	30.760	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	526.466	676.144	788.802	833.901	756.453	488.393	30.760	--	--	--	114.437	313.689

donde:

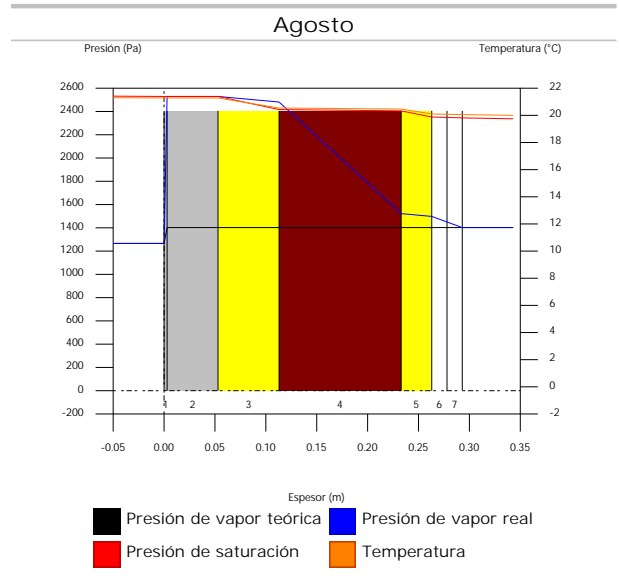
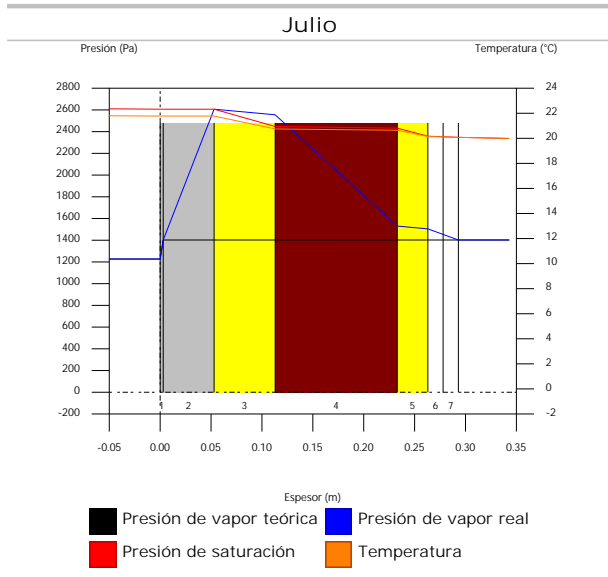
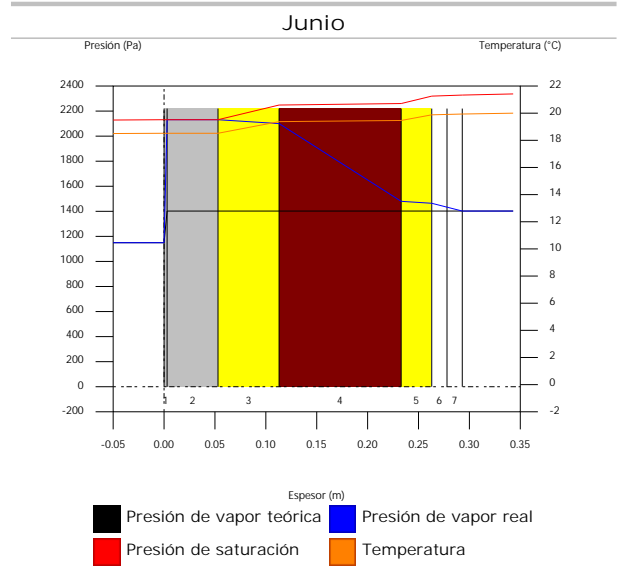
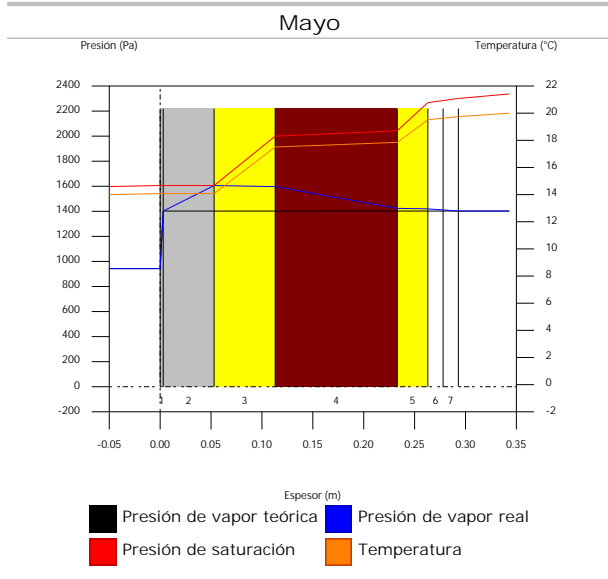
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

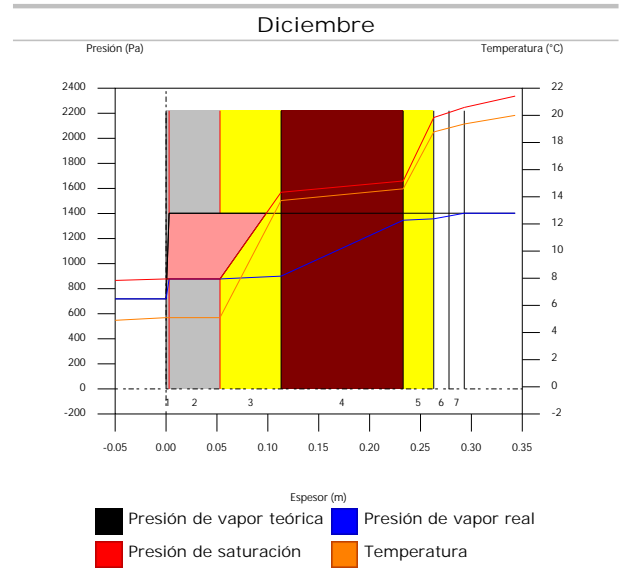
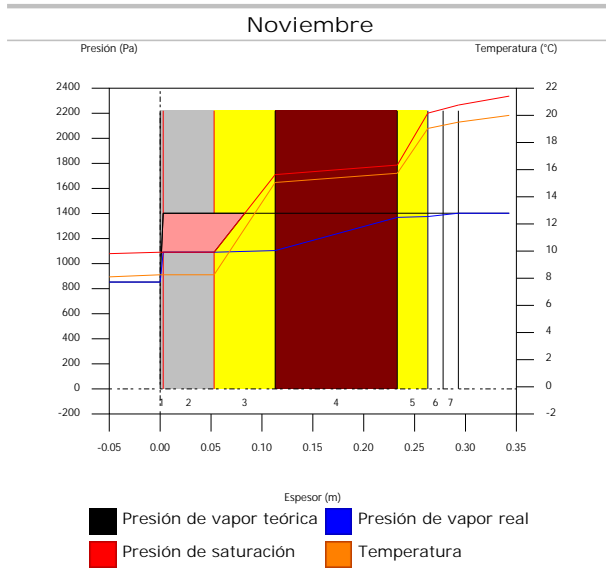
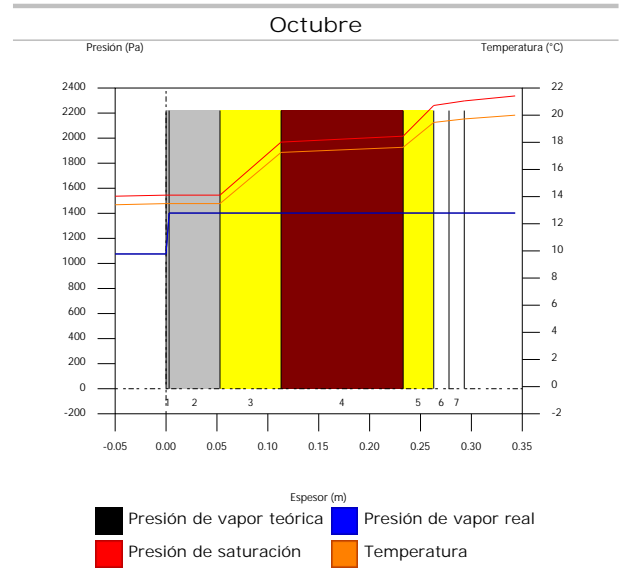
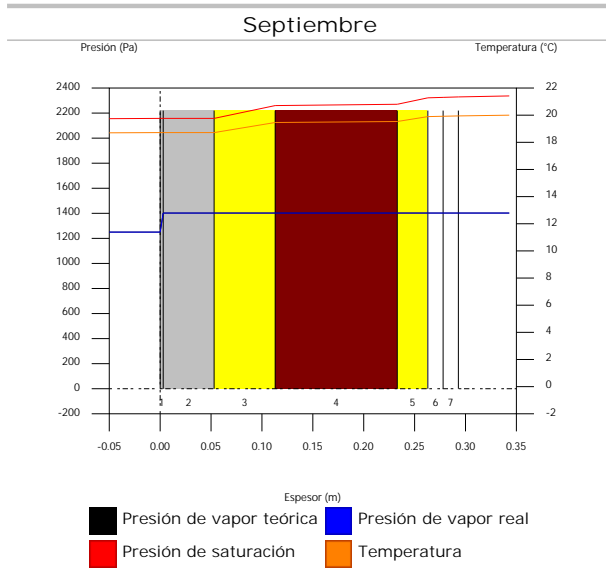
8.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



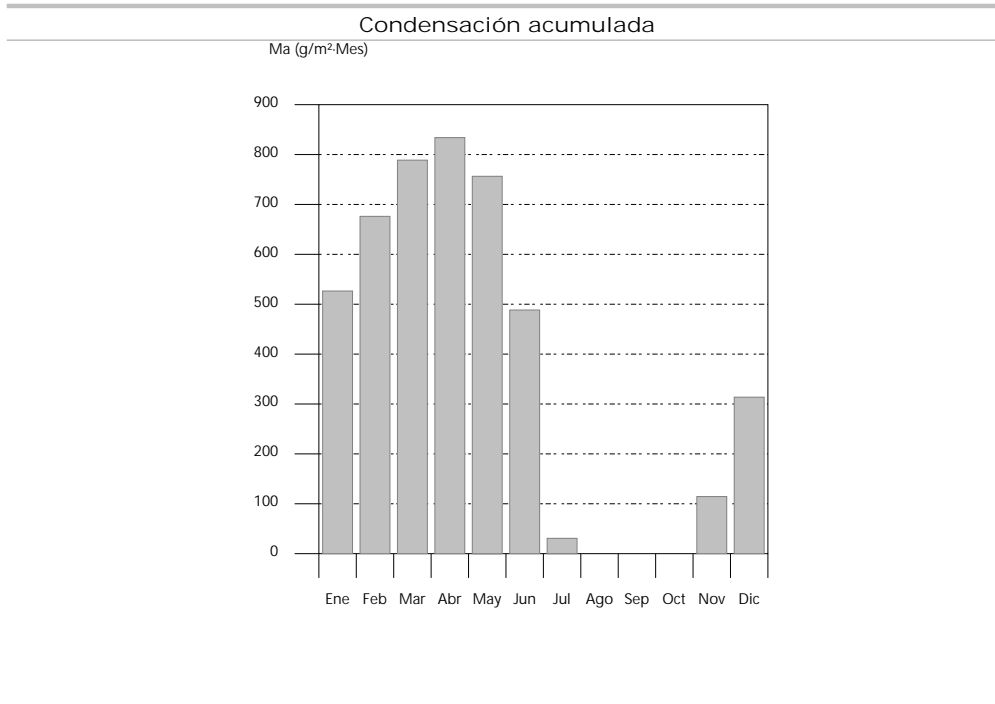
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



8.2. FAC NORTE

8.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

8.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

8.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

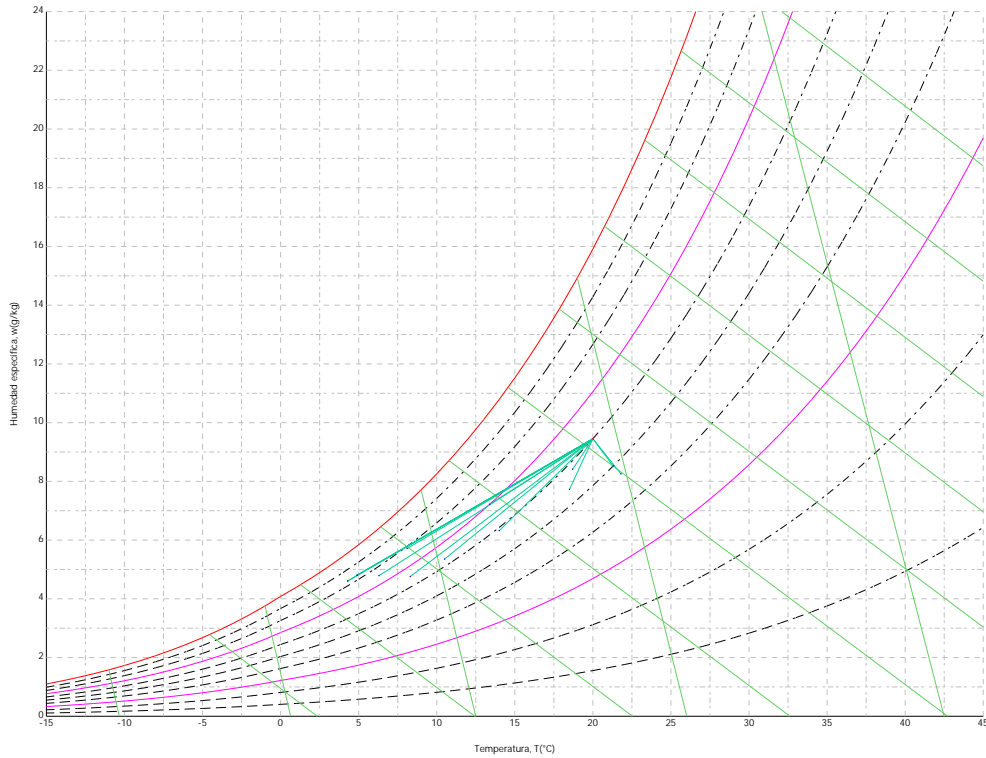
8.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

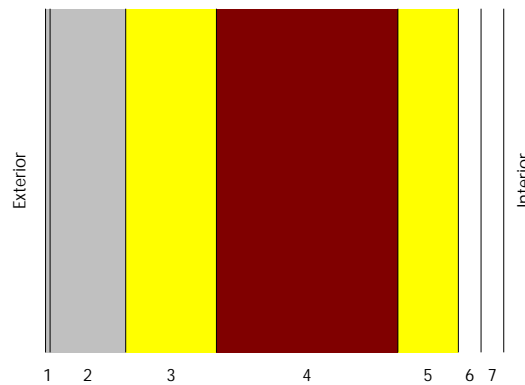
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



8.2.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC NORTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- I: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.296 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

8.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

8.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

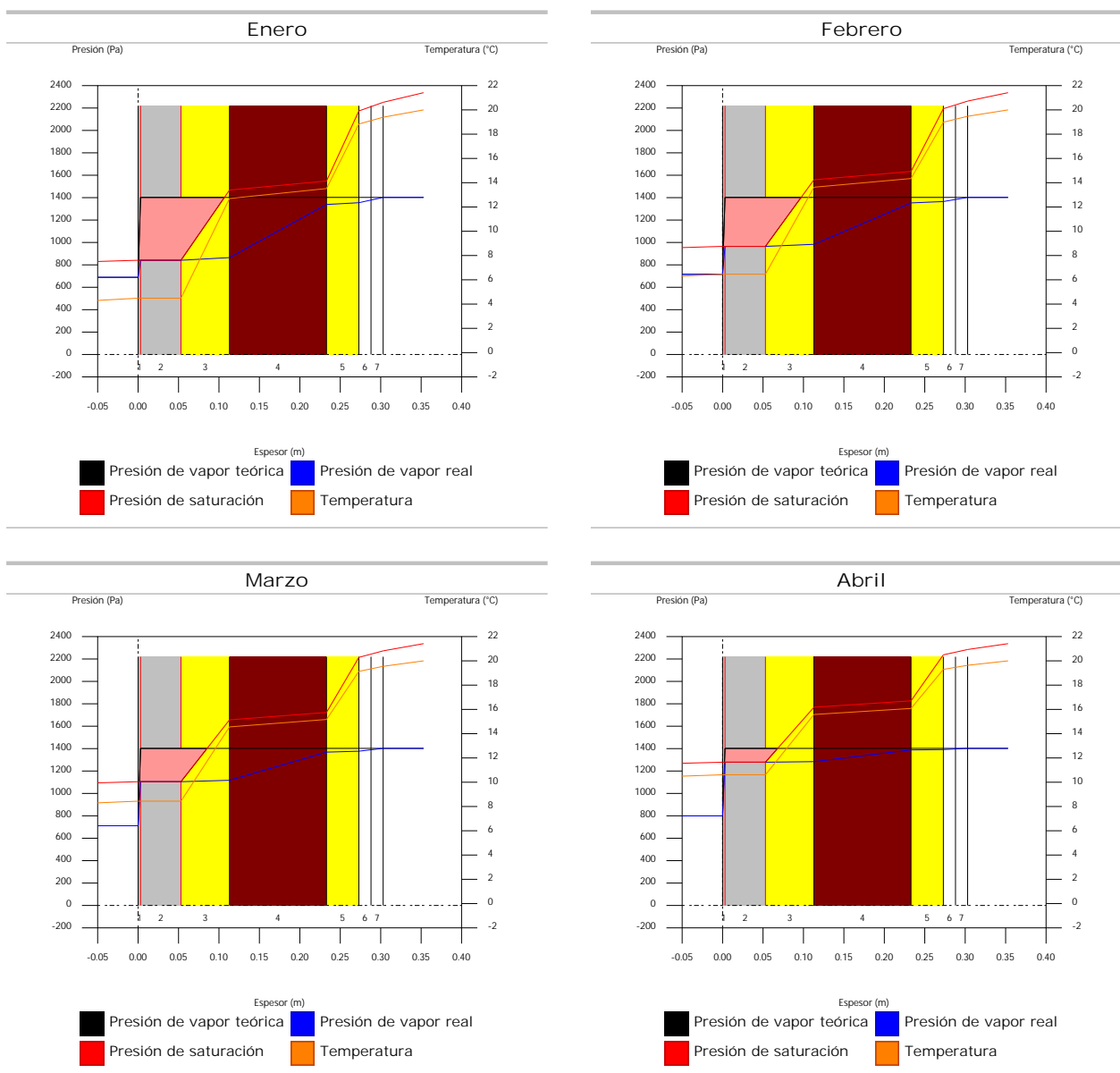
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

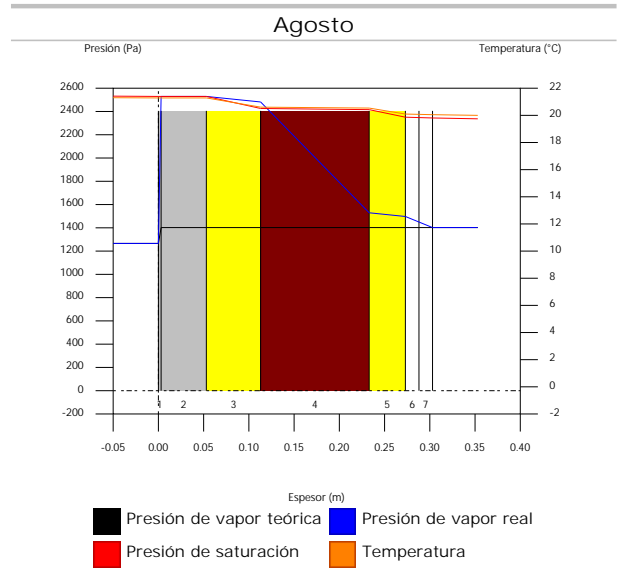
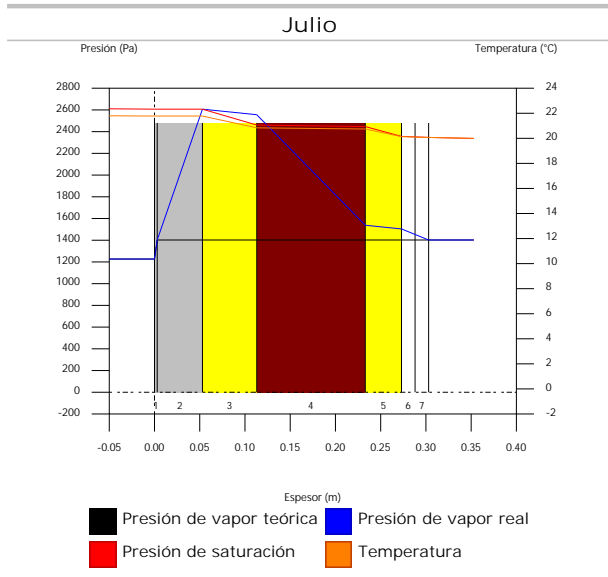
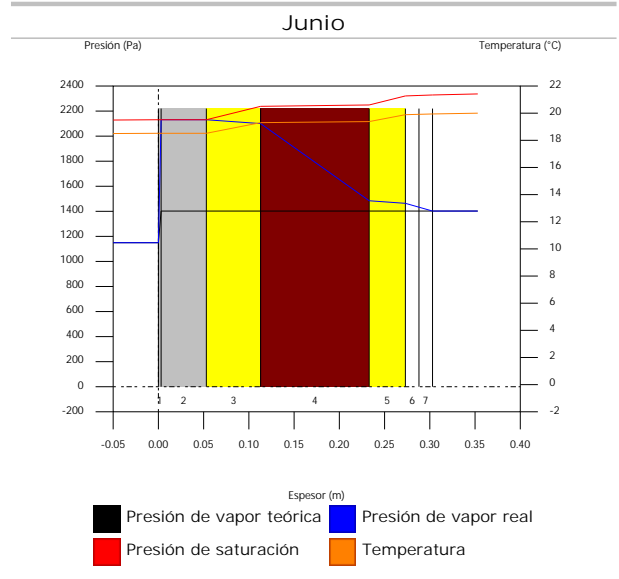
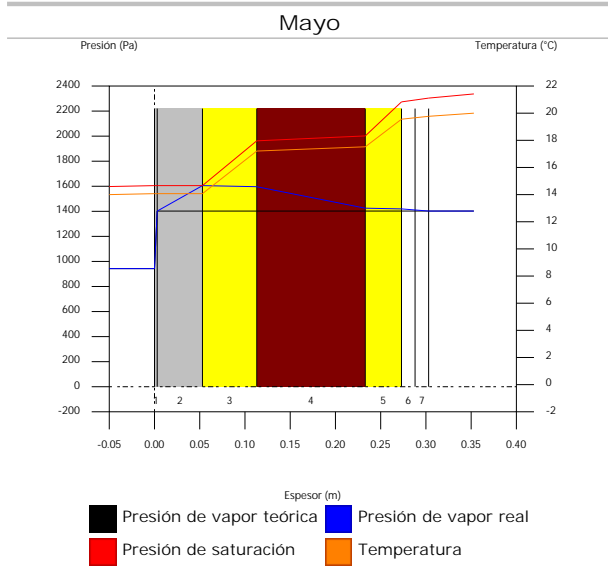
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

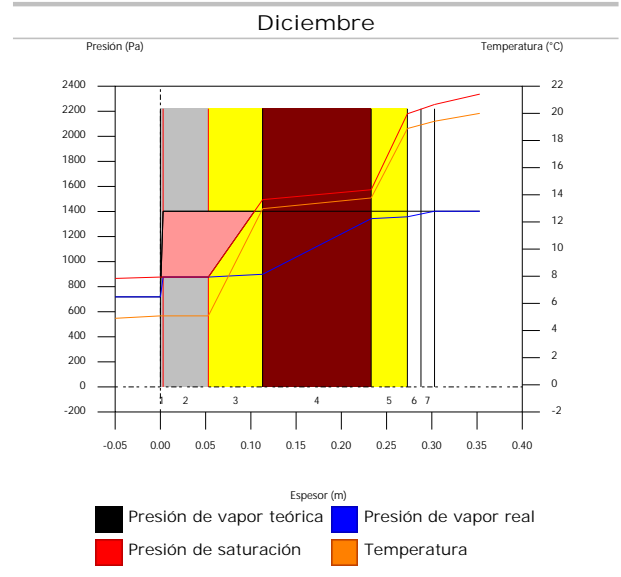
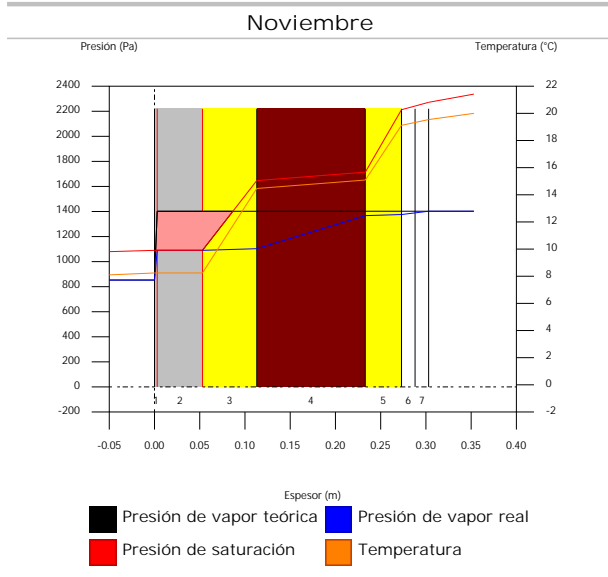
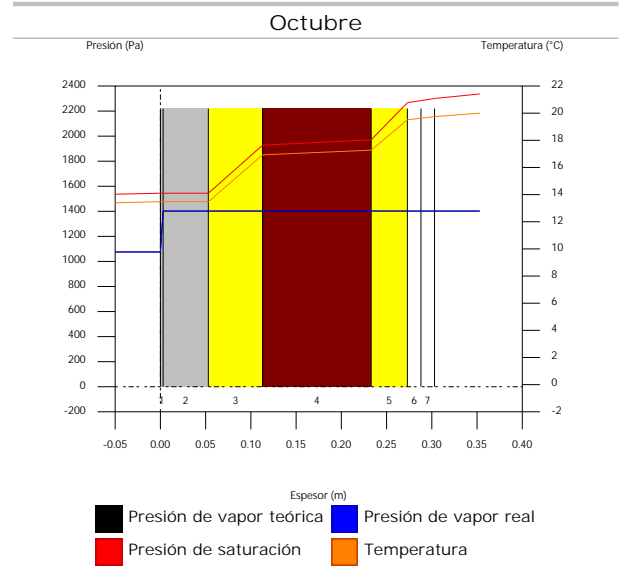
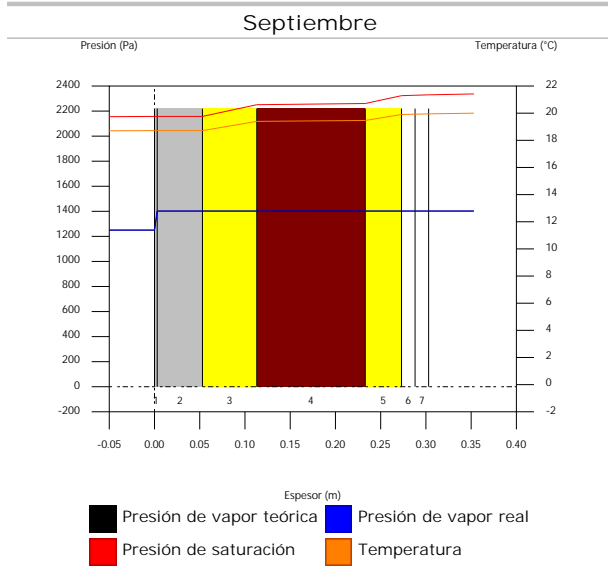
8.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



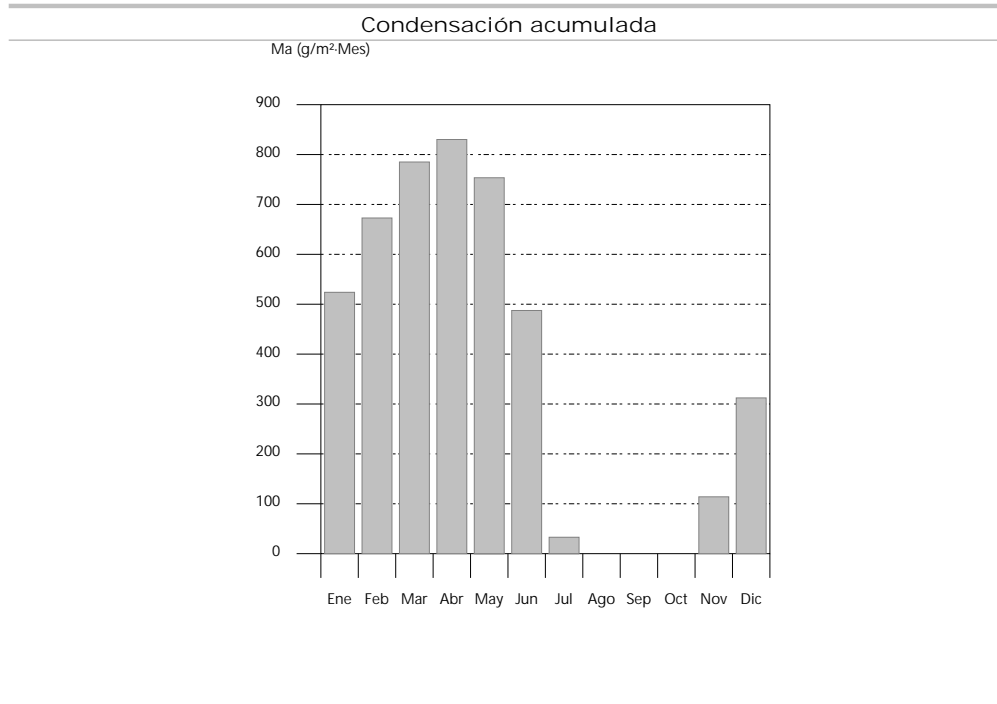
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



8.3. FAC SUR

8.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

8.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

8.3.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

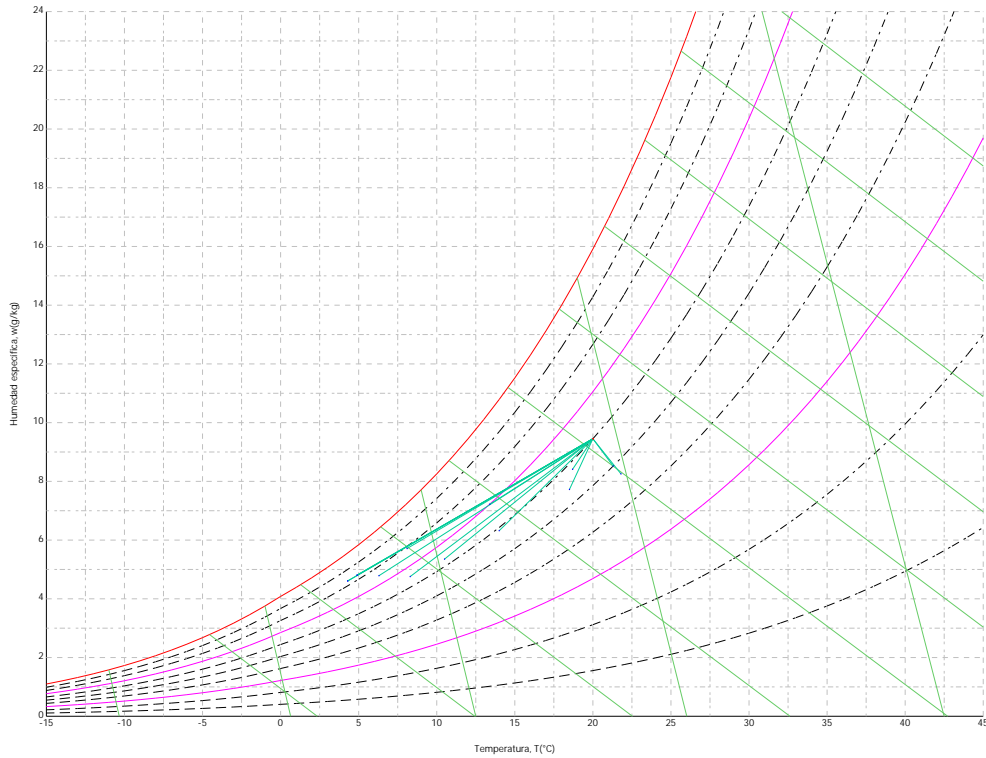
8.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

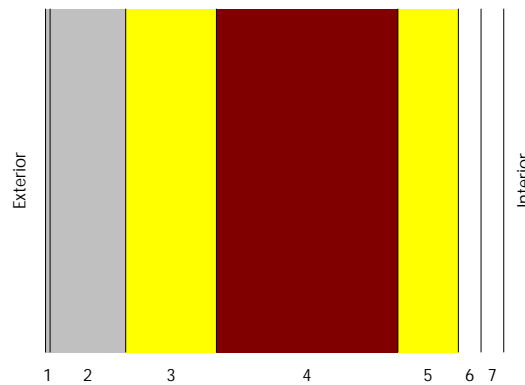
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



8.3.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC SUR		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

8.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

8.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

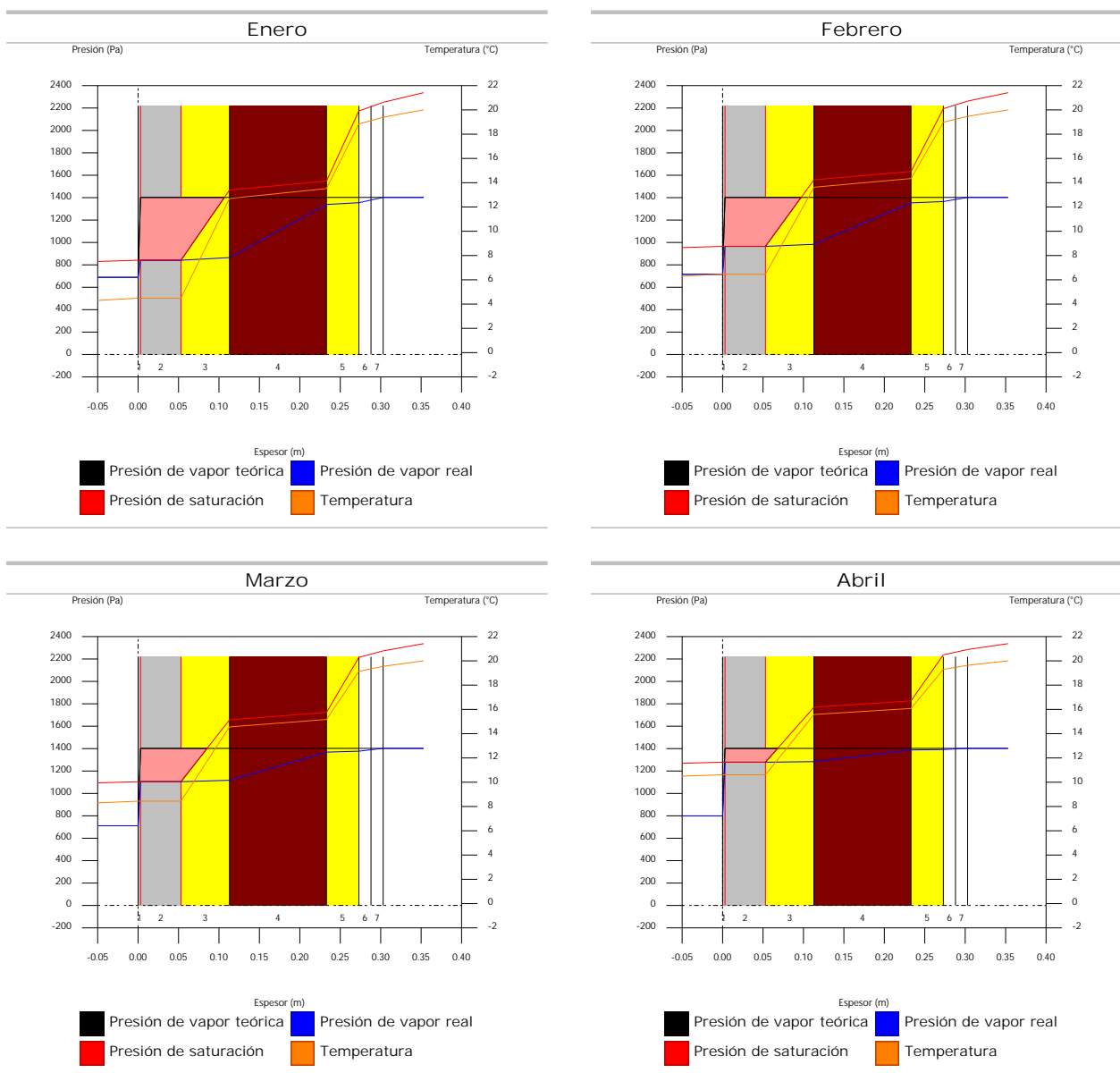
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

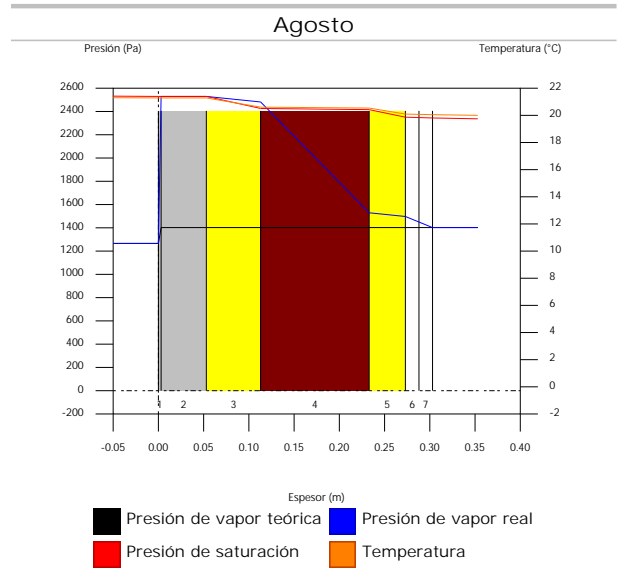
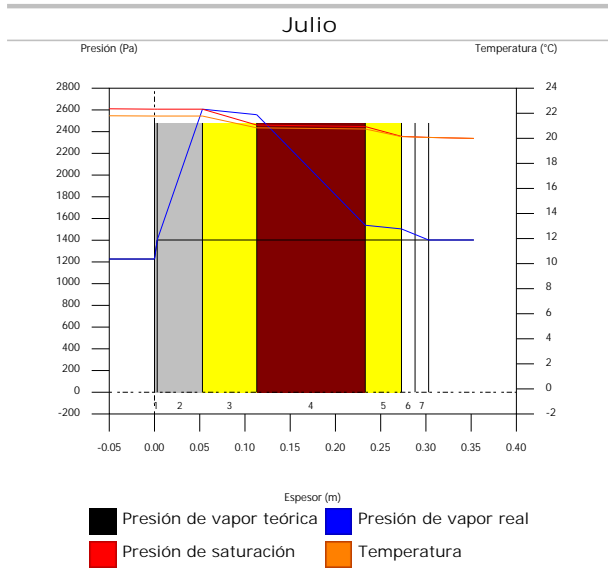
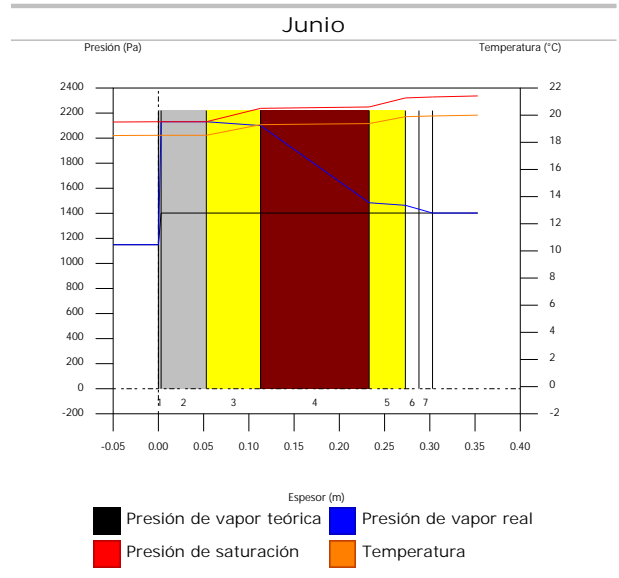
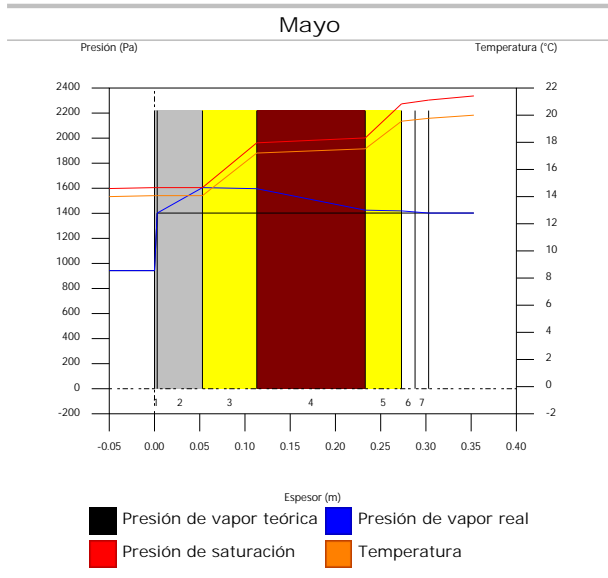
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

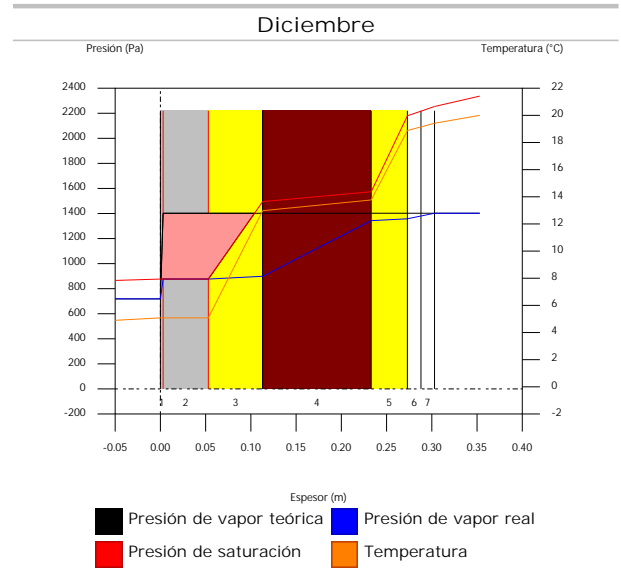
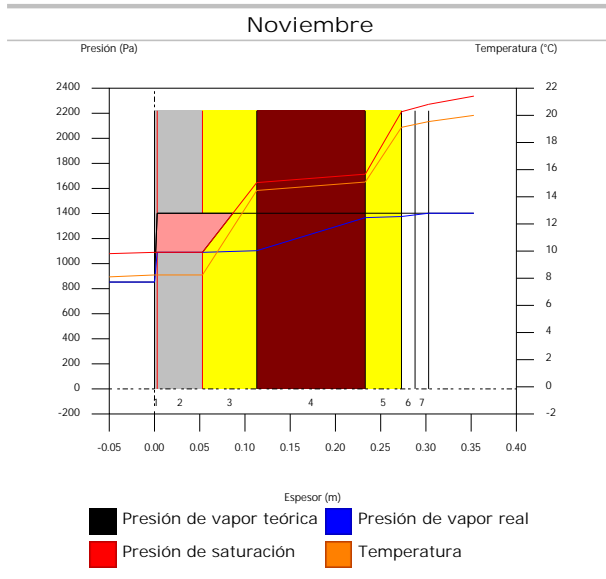
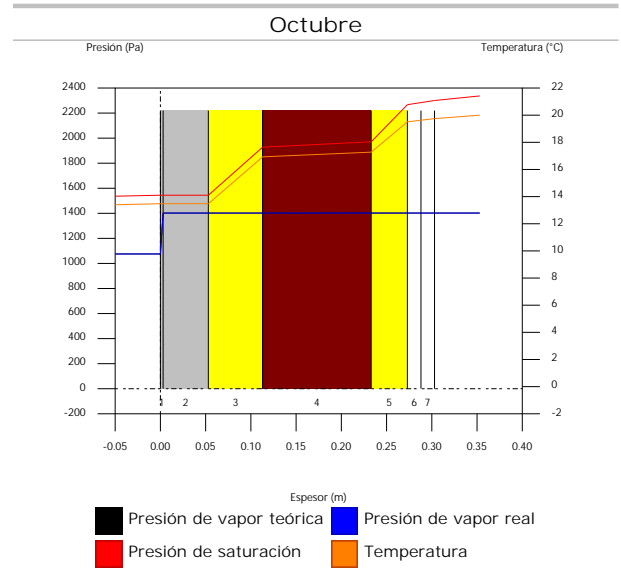
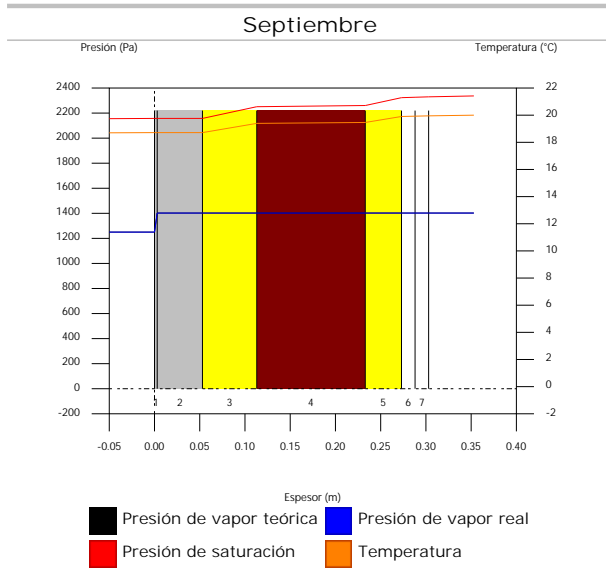
8.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



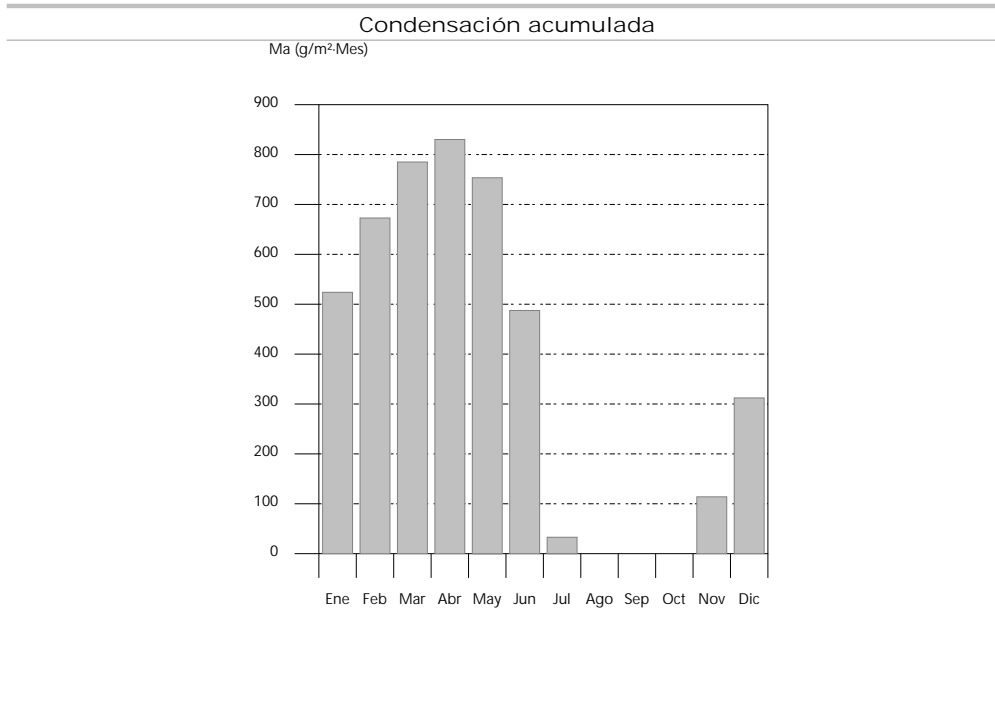
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



8.4. FAC ESTE

8.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones

8.4.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

8.4.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

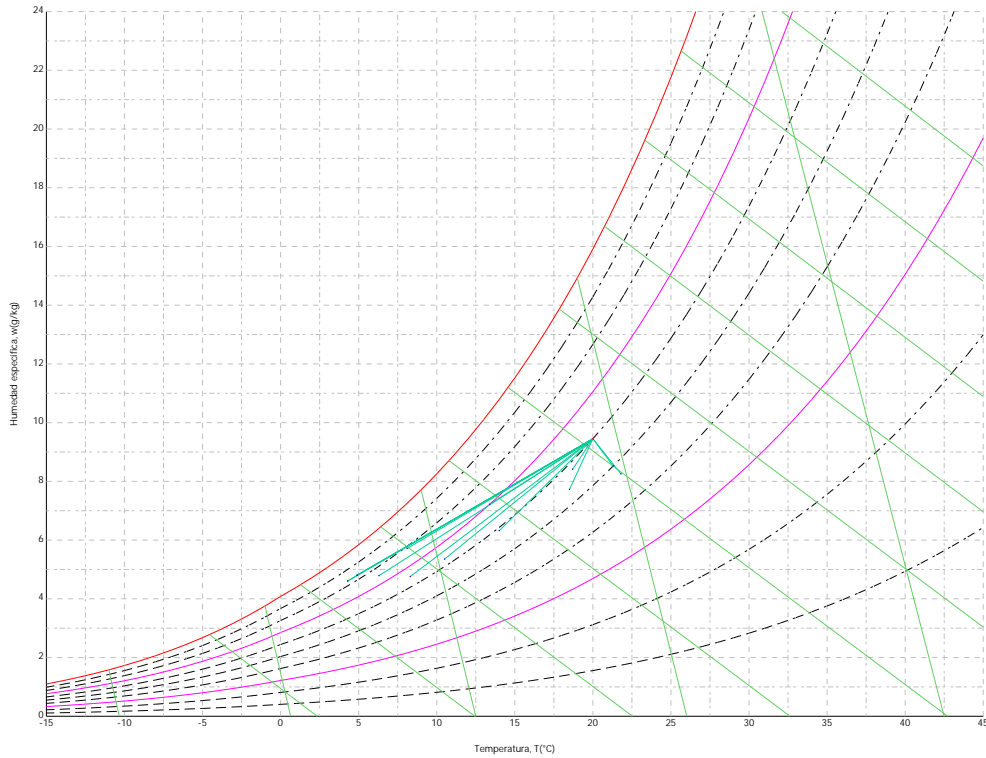
8.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

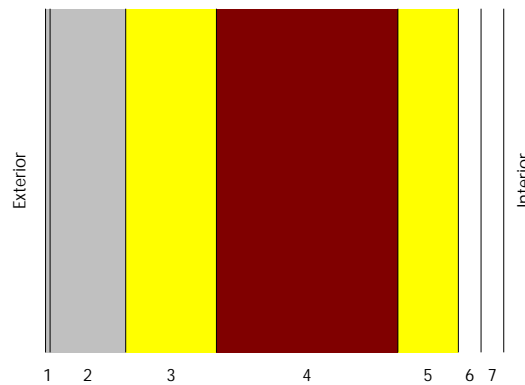
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



8.4.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC ESTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- I: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.296 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

8.4.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

8.4.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

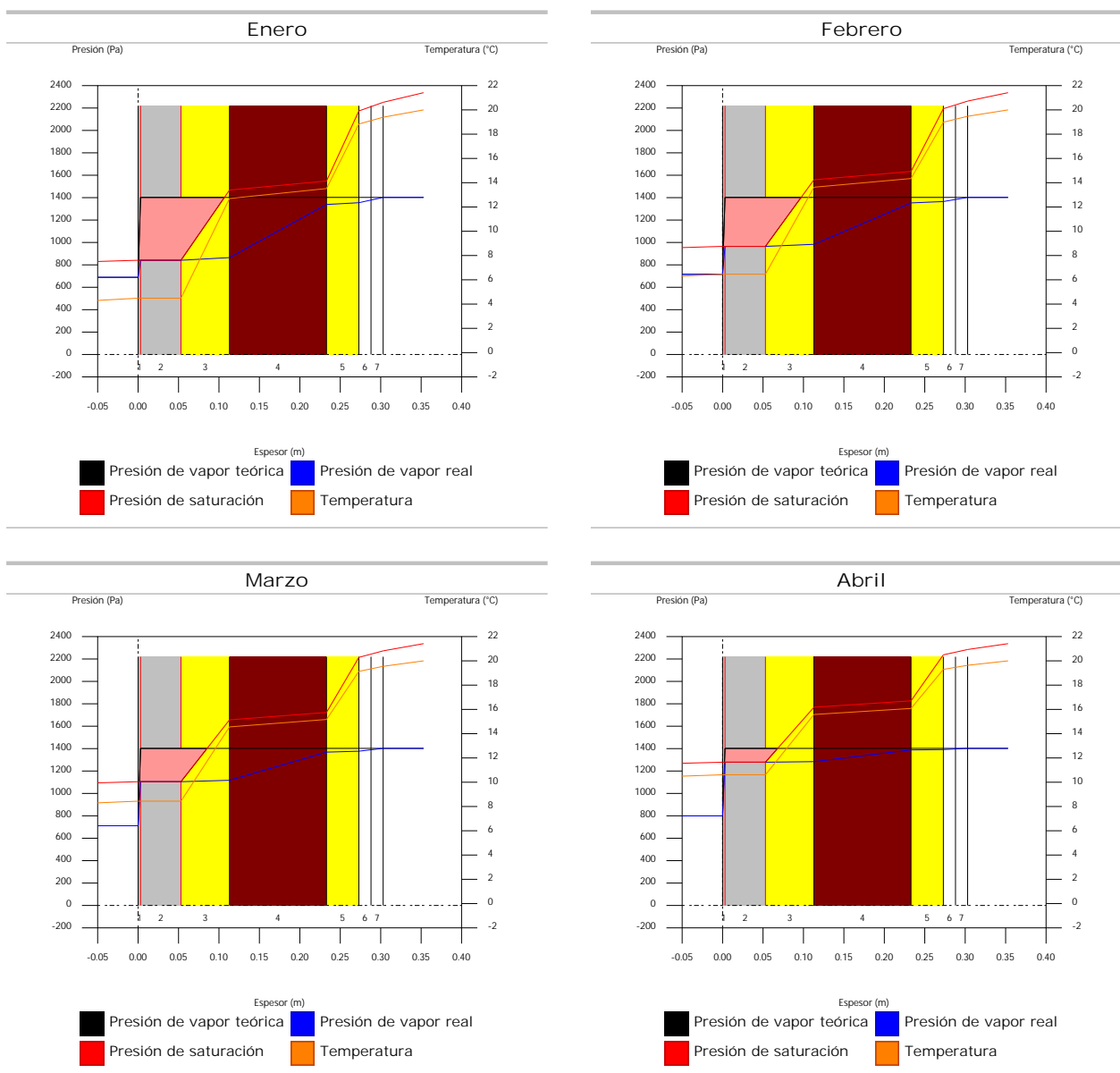
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

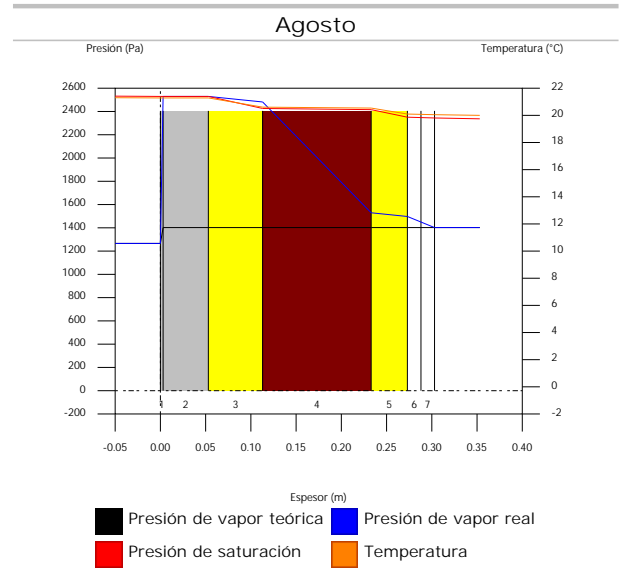
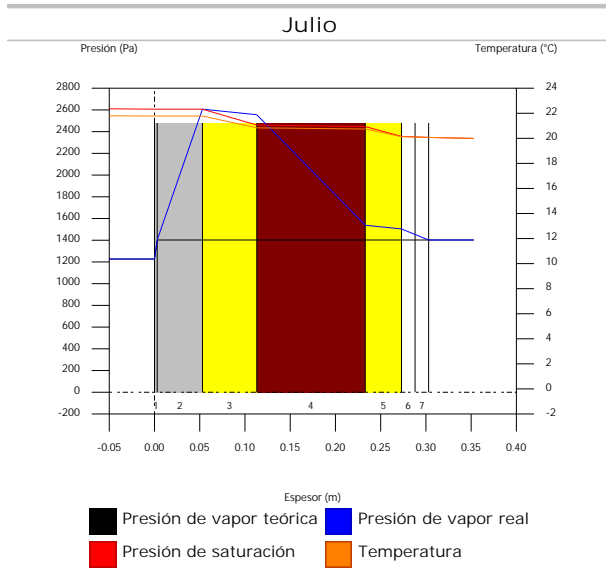
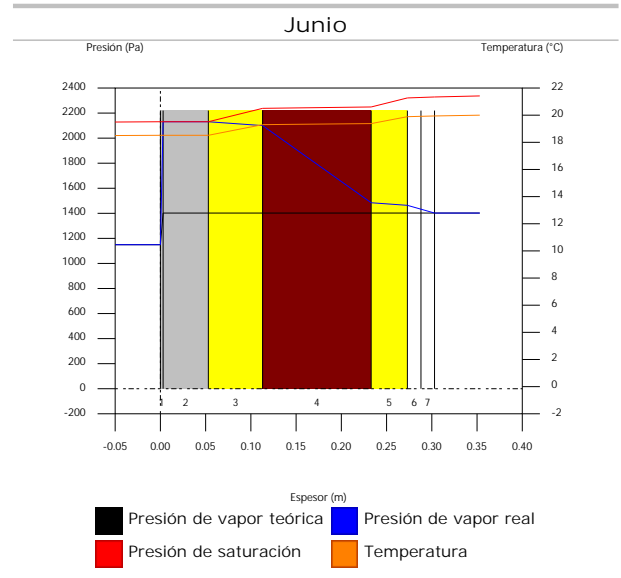
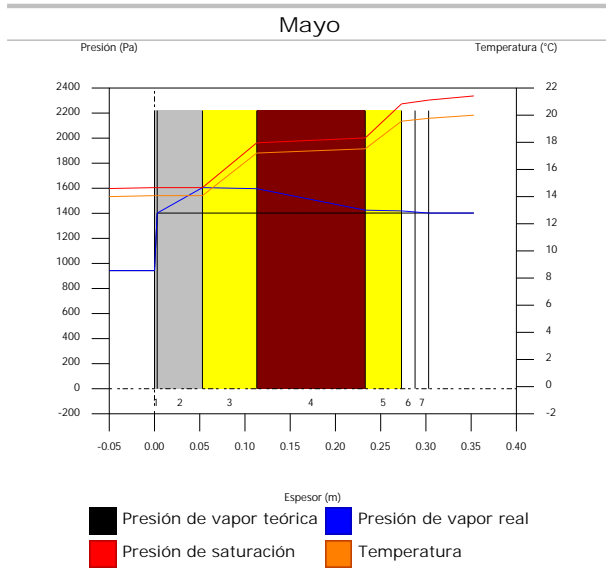
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

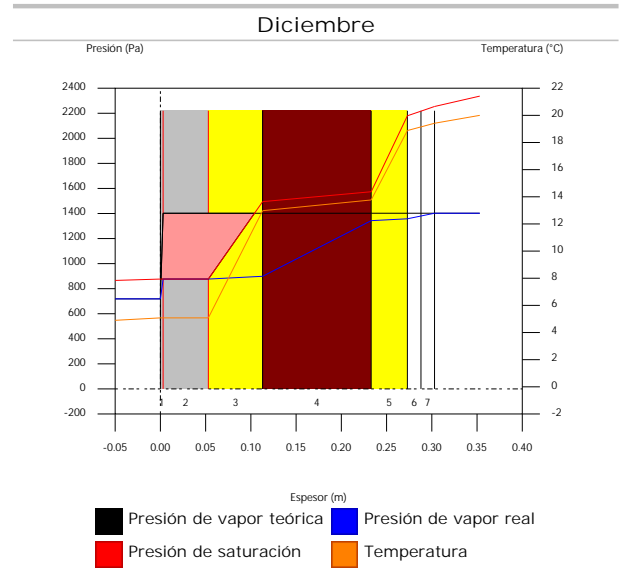
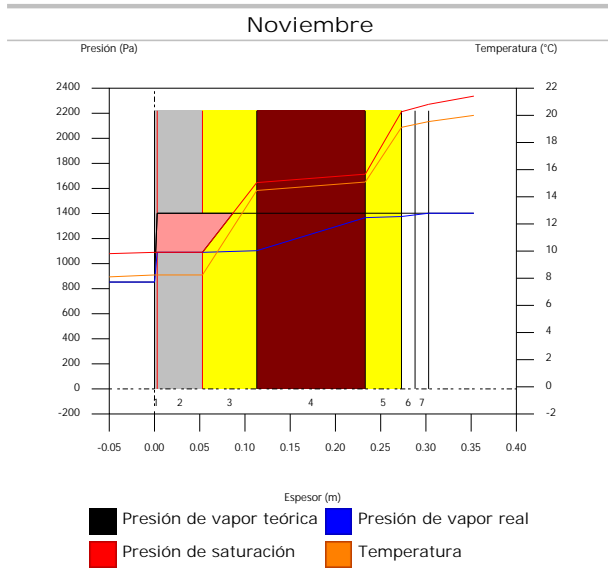
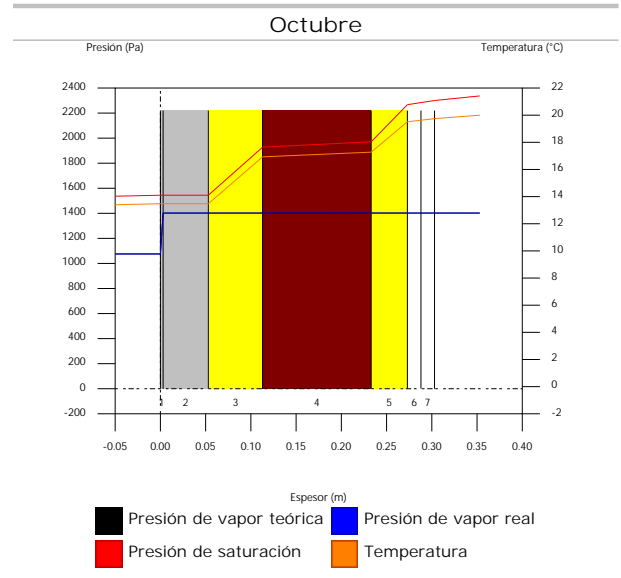
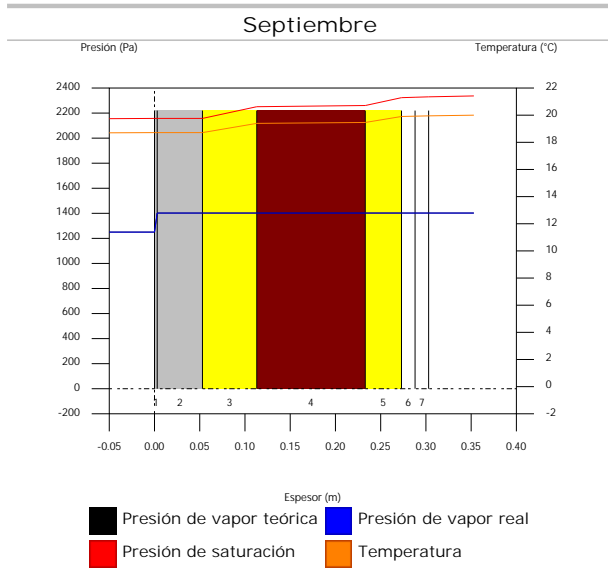
8.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



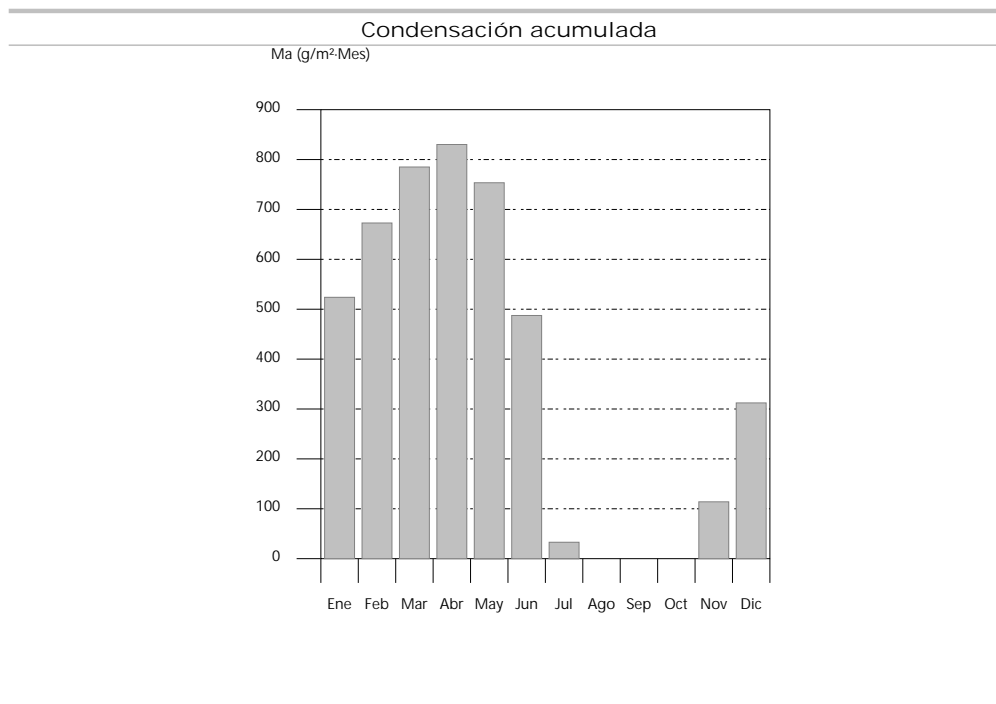
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



8.5. FAC ESTE PB

8.5.1. Resultados del cálculo de condensaciones

8.5.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.911^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

8.5.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

8.5.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones

- I: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	28.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	2.7942
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.41
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.358
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.911

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.358 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

8.5.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.911 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

8.5.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.52	843.362	689.042	81.7	--	--
Interfase 1-2	4.52	843.371	843.371	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.52	843.371	843.371	100.0	213.813	528.813
Interfase 3-4	12.79	1476.299	863.328	58.5	--	--
Interfase 4-5	13.78	1574.989	1342.299	85.2	--	--
Interfase 5-6	18.60	2141.317	1354.274	63.2	--	--
Interfase 6-7	18.93	2186.913	1378.222	63.0	--	--
Cara interior	19.27	2233.355	1402.171	62.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.50	967.217	715.662	74.0	--	--
Interfase 1-2	6.50	967.226	967.226	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.50	967.226	967.226	100.0	150.317	679.130
Interfase 3-4	13.71	1567.554	982.760	62.7	--	--
Interfase 4-5	14.57	1657.979	1355.569	81.8	--	--
Interfase 5-6	18.77	2165.414	1364.890	63.0	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.545	1383.530	62.7	--	--
Cara interior	19.36	2246.325	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.47	1106.826	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.47	1106.834	1106.834	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.47	1106.834	1106.834	100.0	113.004	792.134
Interfase 3-4	14.63	1663.721	1117.382	67.2	--	--
Interfase 4-5	15.36	1744.779	1370.527	78.6	--	--
Interfase 5-6	18.95	2189.748	1376.856	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.20	2224.316	1389.513	62.5	--	--
Cara interior	19.46	2259.360	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.64	1280.603	799.495	62.4	--	--
Interfase 1-2	10.64	1280.611	1280.611	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.64	1280.611	1280.611	100.0	45.012	837.146
Interfase 3-4	15.64	1775.445	1284.952	72.4	--	--
Interfase 4-5	16.24	1844.837	1389.146	75.3	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.791	1391.751	62.8	--	--
Interfase 6-7	19.35	2245.125	1396.961	62.2	--	--
Cara interior	19.56	2273.776	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.09	1606.657	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.09	1606.664	1401.955	87.3	0.037	0.037
Interfase 2-3	14.09	1606.664	1606.664	100.0	-78.363	758.783
Interfase 3-4	17.24	1966.761	1599.360	81.3	--	--
Interfase 4-5	17.62	2014.395	1424.081	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.46	2260.416	1419.699	62.8	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.582	1410.935	61.9	--	--
Cara interior	19.72	2296.875	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.441	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-0.037	--
Interfase 2-3	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-270.039	488.744
Interfase 3-4	19.31	2239.113	2105.398	94.0	--	--
Interfase 4-5	19.41	2252.347	1480.307	65.7	--	--
Interfase 5-6	19.87	2317.608	1464.680	63.2	--	--
Interfase 6-7	19.90	2322.238	1433.425	61.7	--	--
Cara interior	19.93	2326.875	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.77	2606.266	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.77	2606.264	1402.088	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.77	2606.264	2606.264	100.0	-460.967	27.777
Interfase 3-4	20.83	2459.275	2563.260	104.2	--	--
Interfase 4-5	20.71	2442.133	1531.181	62.7	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.349	1505.379	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.12	2354.715	1453.775	61.7	--	--
Cara interior	20.08	2349.093	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2528.867	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-27.777	--
Interfase 3-4	20.60	2424.748	2488.625	102.6	--	--
Interfase 4-5	20.52	2412.509	1522.888	63.1	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.829	1498.744	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.09	2349.769	1450.458	61.7	--	--
Cara interior	20.06	2345.715	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.895	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.896	1402.099	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.896	1402.100	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2251.947	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.48	2263.471	1402.163	61.9	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.179	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2324.195	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.94	2328.216	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1546.068	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1546.074	1402.017	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1546.074	1402.018	90.7	--	--
Interfase 3-4	16.97	1932.736	1402.024	72.5	--	--
Interfase 4-5	17.38	1984.394	1402.154	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.41	2252.884	1402.158	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.55	2272.815	1402.164	61.7	--	--
Cara interior	19.69	2292.900	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.27	1092.109	852.829	78.1	--	--
Interfase 1-2	8.27	1092.118	1092.118	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.27	1092.118	1092.118	100.0	114.808	114.808
Interfase 3-4	14.53	1653.876	1103.191	66.7	--	--
Interfase 4-5	15.28	1735.923	1368.951	78.9	--	--
Interfase 5-6	18.94	2187.304	1375.595	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.19	2222.432	1388.883	62.5	--	--
Cara interior	19.45	2258.054	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.12	878.959	718.612	81.8	--	--
Interfase 1-2	5.12	878.968	878.968	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.12	878.968	878.968	100.0	200.192	315.001
Interfase 3-4	13.06	1503.173	897.654	59.7	--	--
Interfase 4-5	14.02	1599.495	1346.113	84.2	--	--
Interfase 5-6	18.65	2148.522	1357.325	63.2	--	--
Interfase 6-7	18.97	2192.488	1379.748	62.9	--	--
Cara interior	19.30	2237.239	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

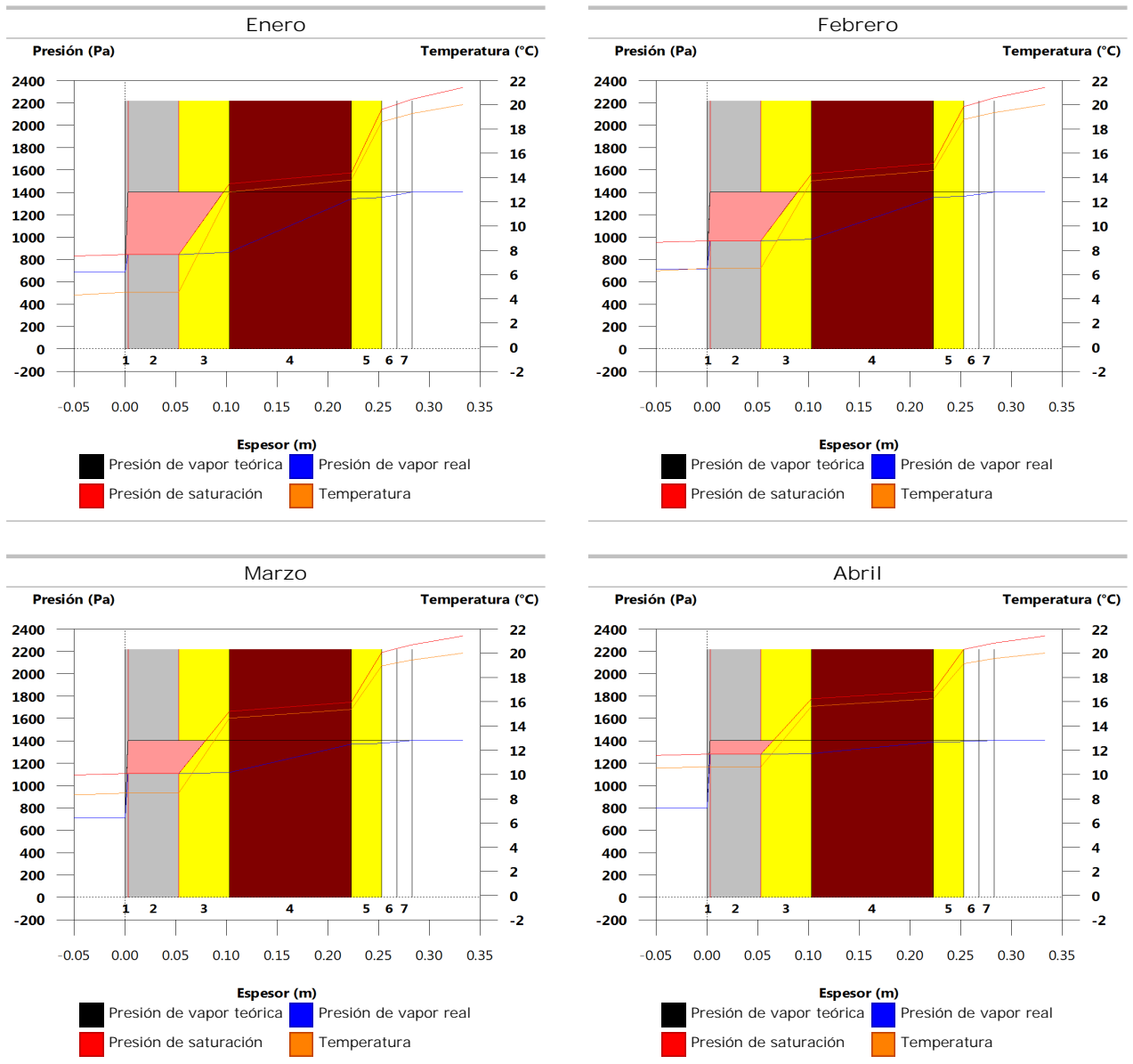
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² -mes)	213.813	150.317	113.004	45.012	0.037	--	0.215	--	--	--	114.808	200.192
g_{ev} g/(m ² -mes)	--	--	--	--	78.363	270.076	460.967	27.992	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	528.813	679.130	792.134	837.146	758.819	488.744	27.992	--	--	--	114.808	315.001

donde:

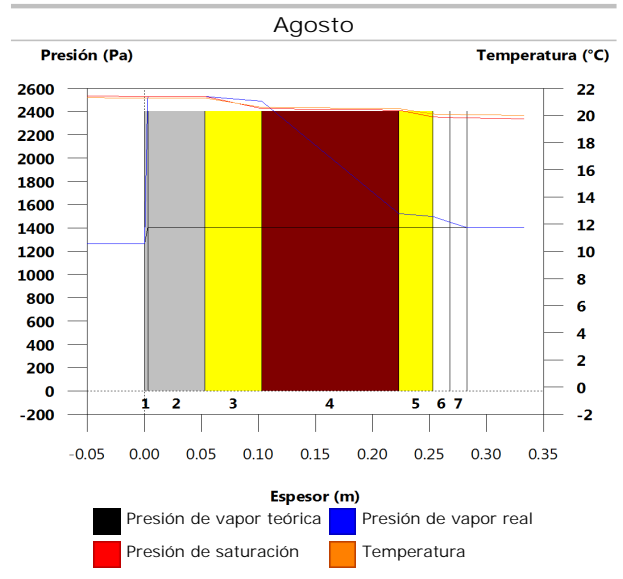
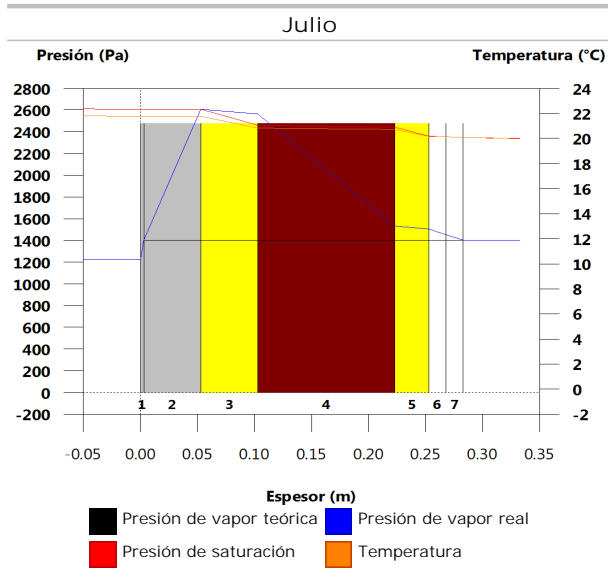
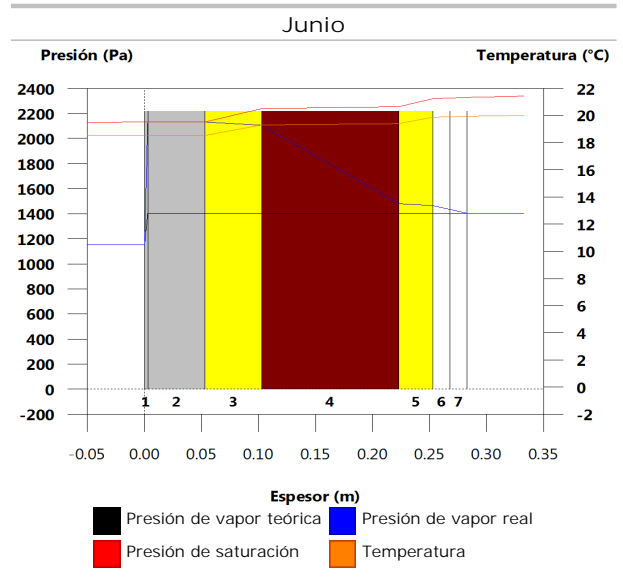
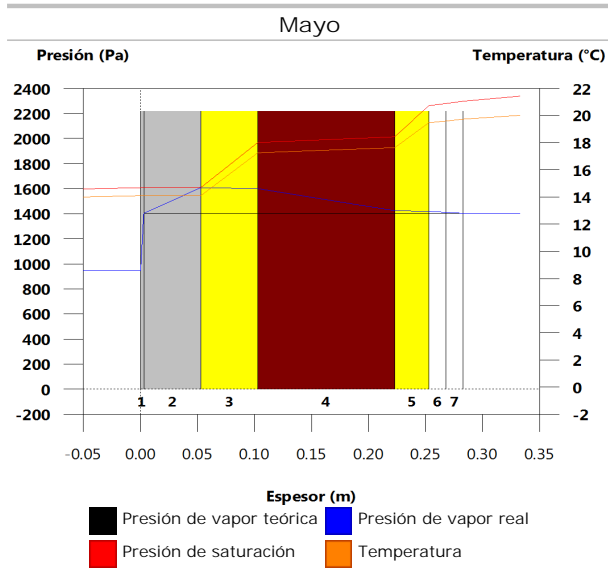
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²-mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²-mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

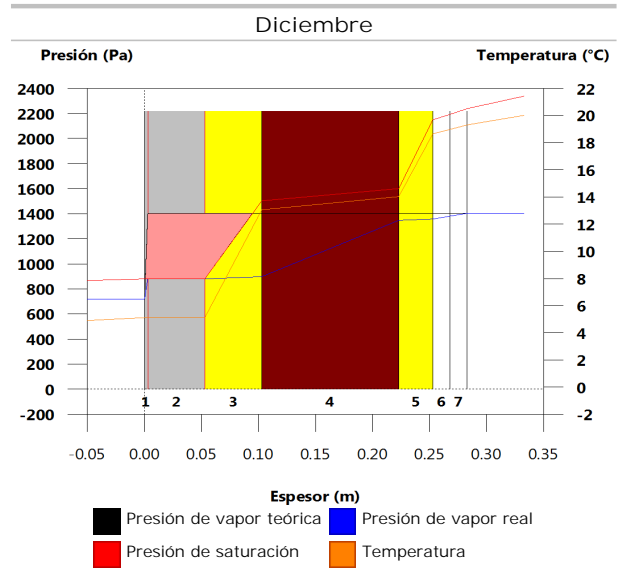
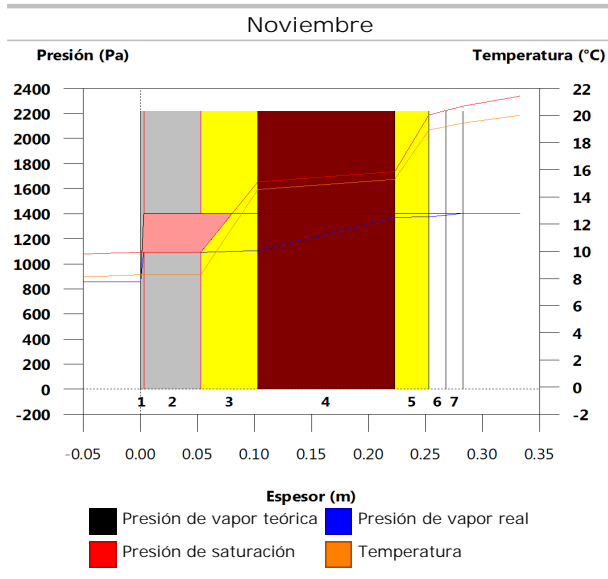
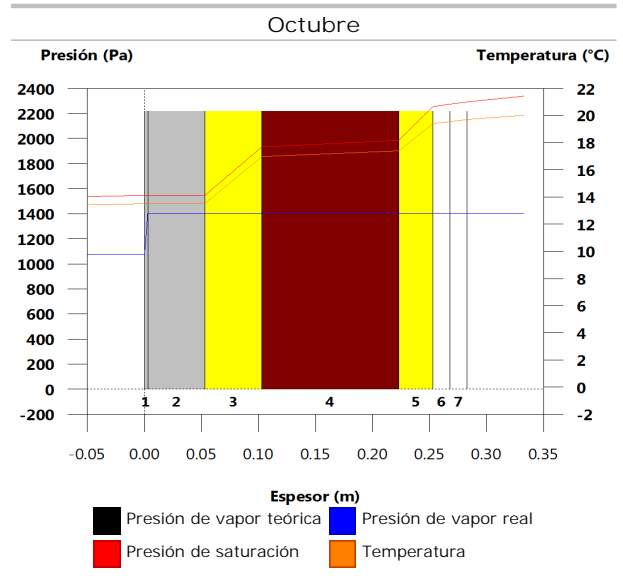
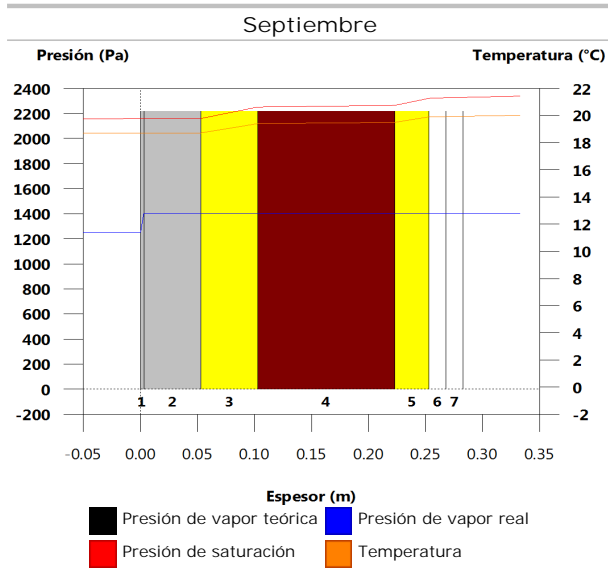
8.5.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



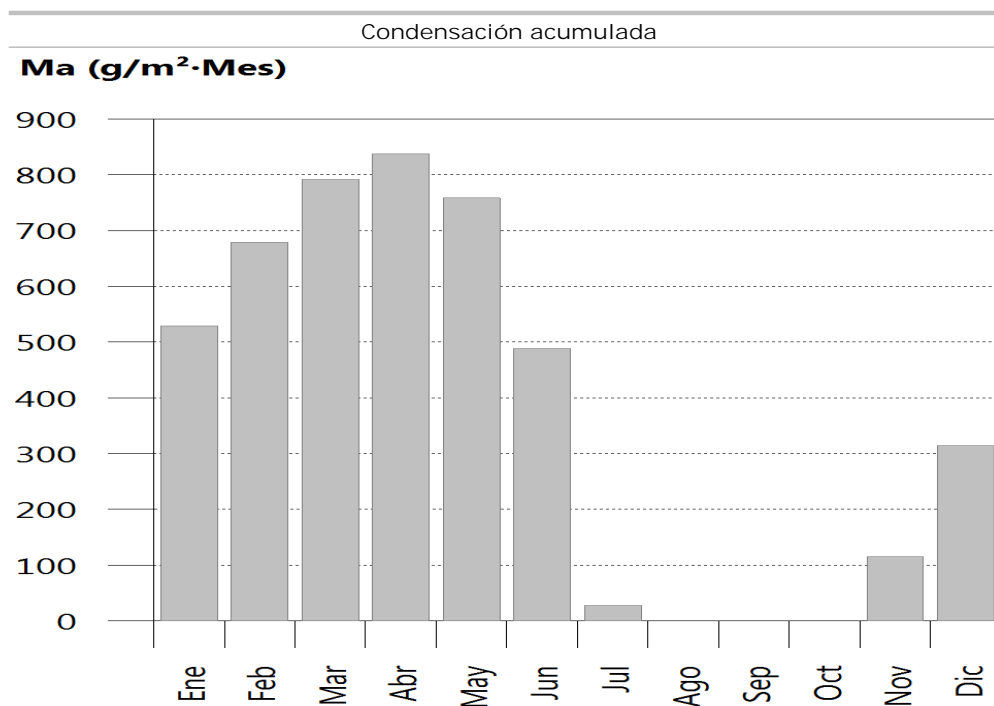
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



8.6. CUB ZINC

8.6.1. Resultados del cálculo de condensaciones

8.6.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.947 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

8.6.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

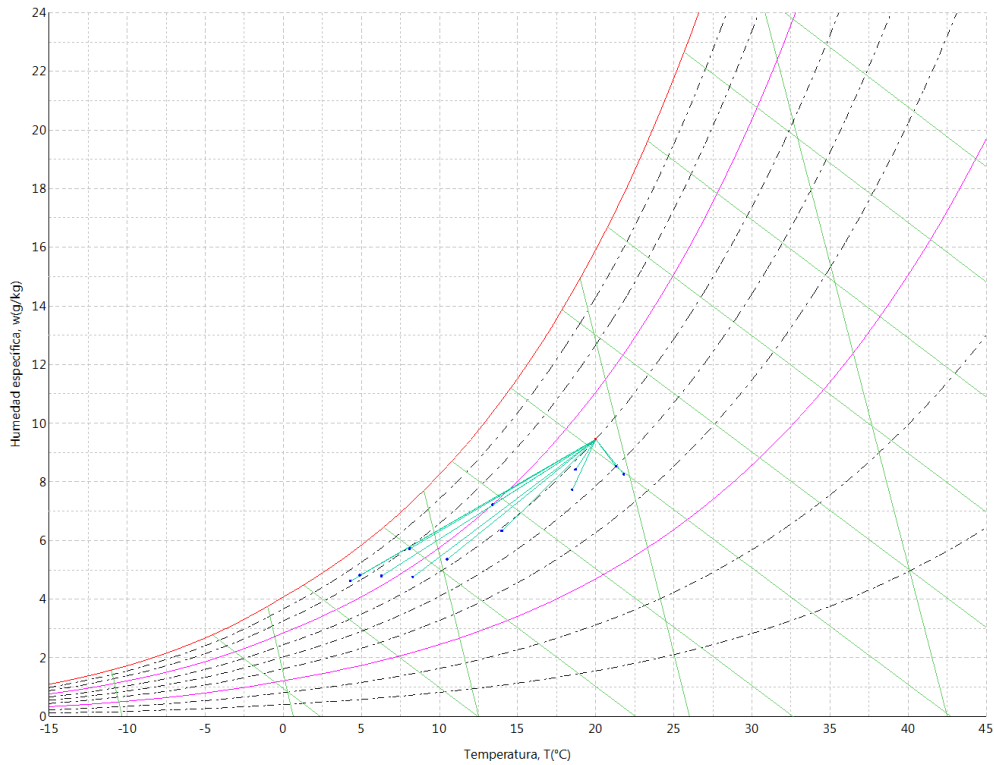
8.6.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

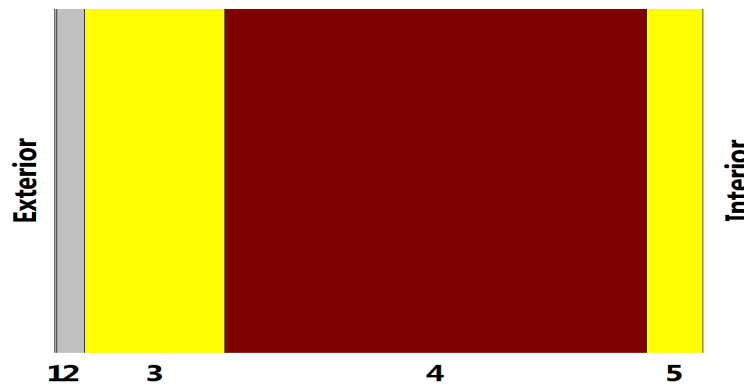
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



8.6.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

CUB ZINC		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.1	110.000	0.00001	1000000	1000
2	Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2.0	0.130	0.15385	30	0.6
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	10.0	0.034	2.94118	20	2
4	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.937	0.32017	10	3
5	MW Lana mineral [0.034 W/[mK]]	4.0	0.034	1.17647	1	0.04
R _{si}				0.10		

donde:

e: Espesor, cm.

l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

Condensaciones

- R: Resistencia térmica del material, $m^2 \cdot K/W$.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 $S_{a,T}$: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	46.1
Resistencia térmica total, R_T	$m^2 \cdot K/W$	4.7317
Espesor de aire equivalente total, $S_{a,T}$	m	1005.64
Transmitancia térmica, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.211
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.947

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.
 $S_{a,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, $W/(m^2 \cdot K)$.
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 W/m^2 \cdot K$ y $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

8.6.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e \geq q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.947 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

8.6.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.43	837.939	689.042	82.2	--	--
Interfase 1-2	4.43	837.940	837.940	100.0	27.128	79.046
Interfase 2-3	4.94	868.415	868.415	100.0	29.523	59.804
Interfase 3-4	14.70	1672.009	1080.223	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.76	1790.134	1397.935	78.1	--	--
Cara interior	19.67	2289.382	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.42	961.875	715.662	74.4	--	--
Interfase 1-2	6.42	961.877	961.877	100.0	24.044	103.089
Interfase 2-3	6.86	991.840	991.840	100.0	15.229	75.033
Interfase 3-4	15.38	1746.229	1154.670	66.1	--	--
Interfase 4-5	16.30	1852.881	1398.914	75.5	--	--
Cara interior	19.71	2295.395	1402.171	61.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.40	1101.686	711.302	64.6	--	--
Interfase 1-2	8.40	1101.688	1101.688	100.0	25.481	128.570
Interfase 2-3	8.78	1130.463	1130.463	100.0	3.188	78.221
Interfase 3-4	16.05	1823.322	1238.283	67.9	--	--
Interfase 4-5	16.84	1917.546	1400.014	73.0	--	--
Cara interior	19.75	2301.421	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.58	1275.857	799.495	62.7	--	--
Interfase 1-2	10.58	1275.859	1275.859	100.0	22.668	151.239
Interfase 2-3	10.89	1302.381	1302.381	100.0	-12.651	65.570
Interfase 3-4	16.79	1911.554	1341.980	70.2	--	--
Interfase 4-5	17.44	1990.954	1401.379	70.4	--	--
Cara interior	19.80	2308.065	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.05	1602.997	942.661	58.8	--	--
Interfase 1-2	14.05	1602.998	1602.998	100.0	17.857	169.096
Interfase 2-3	14.25	1623.395	1623.395	100.0	-41.724	23.846
Interfase 3-4	17.98	2059.639	1535.608	74.6	--	--
Interfase 4-5	18.38	2112.815	1403.926	66.4	--	--
Cara interior	19.87	2318.671	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.51	2130.268	1149.432	54.0	--	--
Interfase 1-2	18.51	2130.269	2130.269	100.0	5.120	174.216
Interfase 2-3	18.56	2136.783	2136.783	100.0	-23.846	--
Interfase 3-4	19.49	2264.728	1845.270	81.5	--	--
Interfase 4-5	19.60	2279.052	1408.001	61.8	--	--
Cara interior	19.97	2332.369	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.946	1226.874	47.0	--	--
Interfase 1-2	21.78	2607.945	2607.945	100.0	-115.263	58.953
Interfase 2-3	21.73	2598.642	2479.671	95.4	--	--
Interfase 3-4	20.61	2426.271	2052.092	84.6	--	--
Interfase 4-5	20.49	2408.124	1410.722	58.6	--	--
Cara interior	20.04	2342.460	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2530.048	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.29	2530.047	2530.047	100.0	-58.953	--
Interfase 2-3	21.25	2523.501	2410.060	95.5	--	--
Interfase 3-4	20.44	2401.165	2010.104	83.7	--	--
Interfase 4-5	20.35	2388.166	1410.170	59.0	--	--
Cara interior	20.03	2340.928	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2156.867	1250.123	58.0	--	--
Interfase 1-2	18.71	2156.867	1401.318	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.75	2162.574	1401.409	64.8	--	--
Interfase 3-4	19.56	2274.244	1401.711	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.65	2286.699	1402.165	61.3	--	--
Cara interior	19.97	2332.980	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.46	1542.175	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.46	1542.177	1400.339	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.67	1563.878	1400.534	89.6	--	--
Interfase 3-4	17.77	2033.562	1401.183	68.9	--	--
Interfase 4-5	18.22	2091.472	1402.158	67.0	--	--
Cara interior	19.86	2316.850	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.20	1086.943	852.829	78.5	--	--
Interfase 1-2	8.20	1086.945	1086.945	100.0	24.872	24.872
Interfase 2-3	8.59	1115.873	1115.873	100.0	4.454	4.454
Interfase 3-4	15.98	1815.481	1229.483	67.7	--	--
Interfase 4-5	16.79	1910.992	1399.898	73.3	--	--
Cara interior	19.75	2300.817	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.03	873.549	718.612	82.3	--	--
Interfase 1-2	5.03	873.550	873.550	100.0	27.045	51.917
Interfase 2-3	5.52	903.936	903.936	100.0	25.827	30.281
Interfase 3-4	14.90	1693.979	1101.648	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.93	1808.760	1398.216	77.3	--	--
Cara interior	19.68	2291.185	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	56.651	39.273	28.670	22.668	17.857	5.120	--	--	--	--	29.326	52.872
g _{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	12.651	41.724	23.846	115.263	58.953	--	--	--	--
M _a (g/m ²)	138.849	178.122	206.792	216.809	192.942	174.216	58.953	--	--	--	29.326	82.199

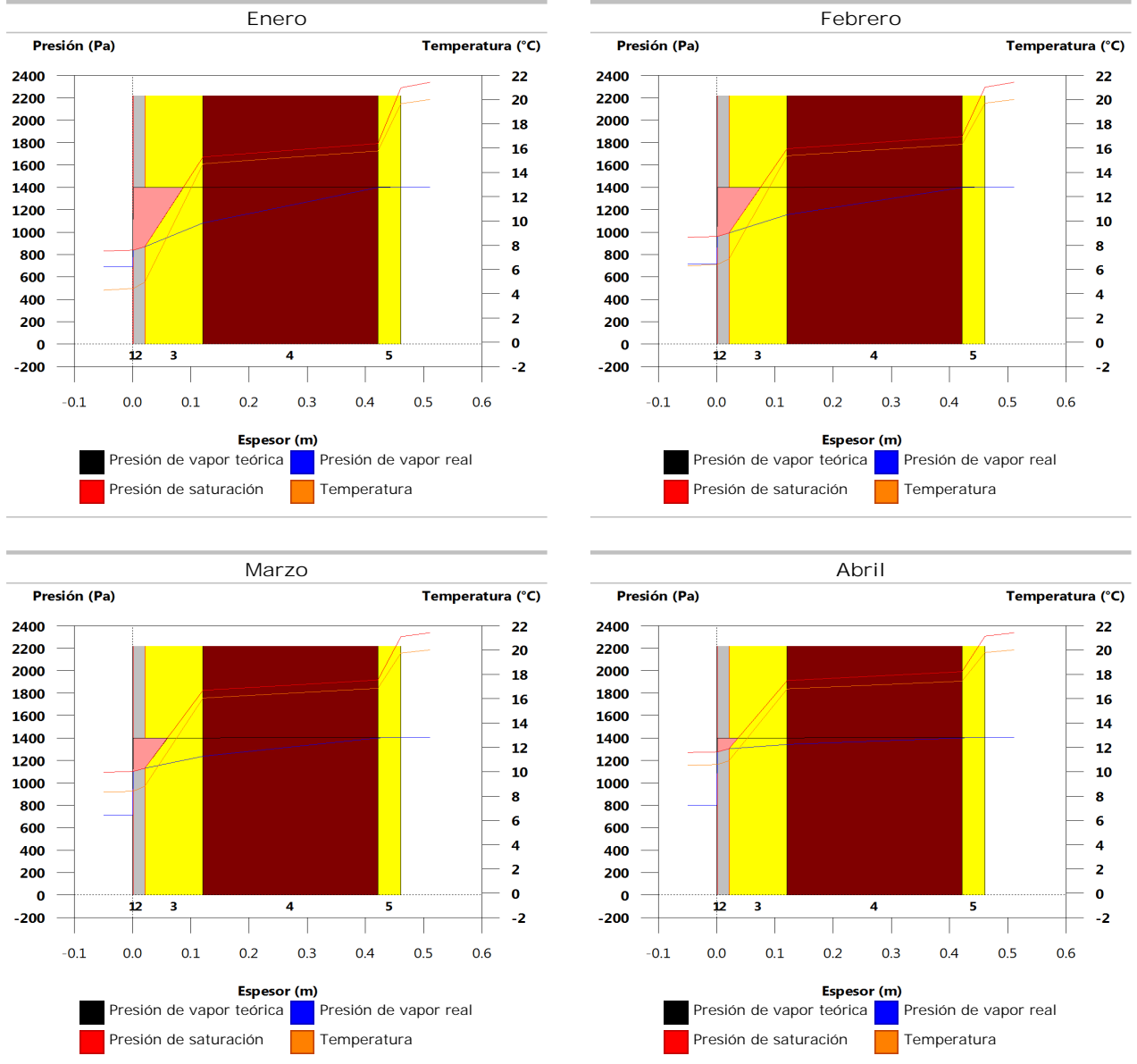
Condensaciones

donde:

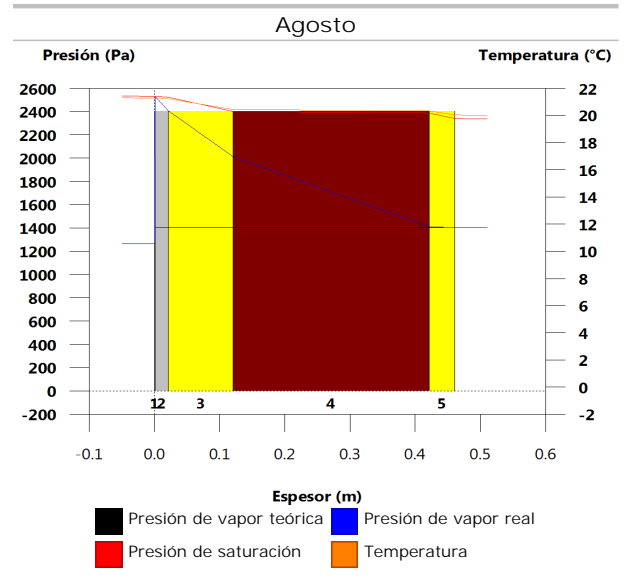
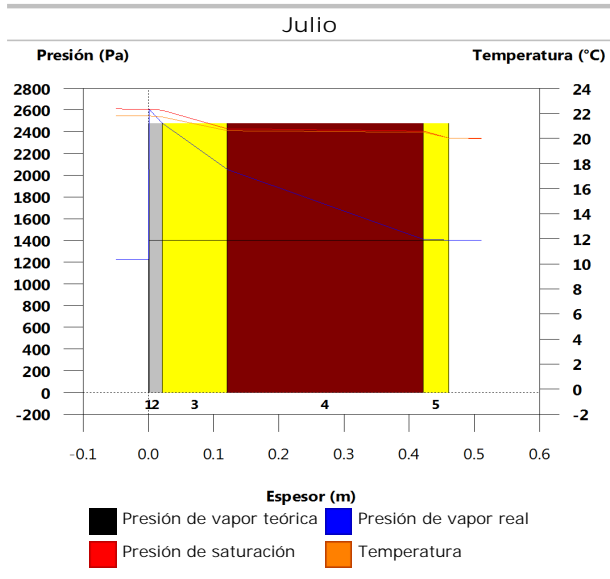
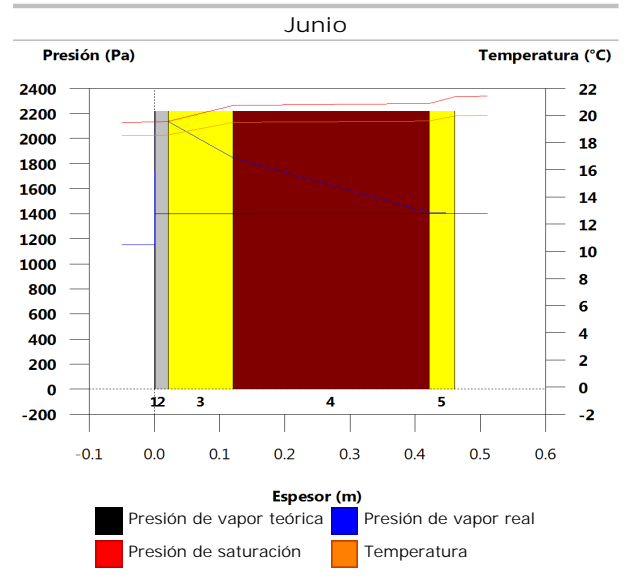
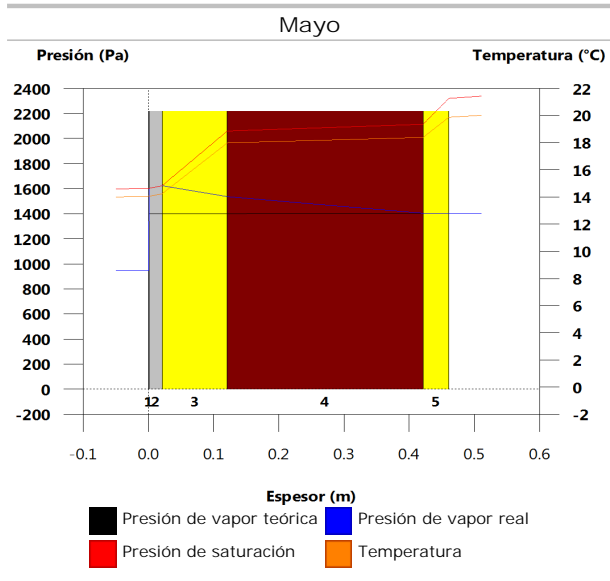
- g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- M_s : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

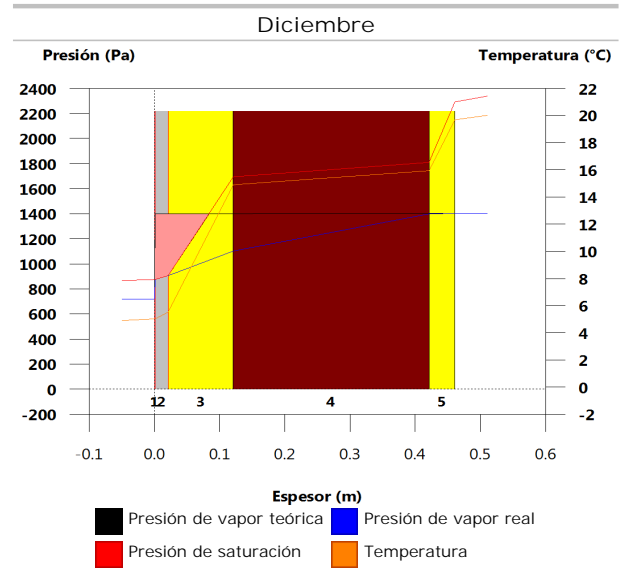
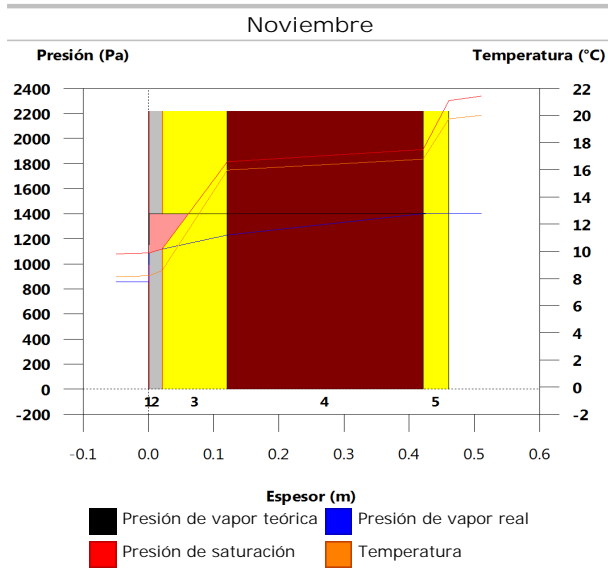
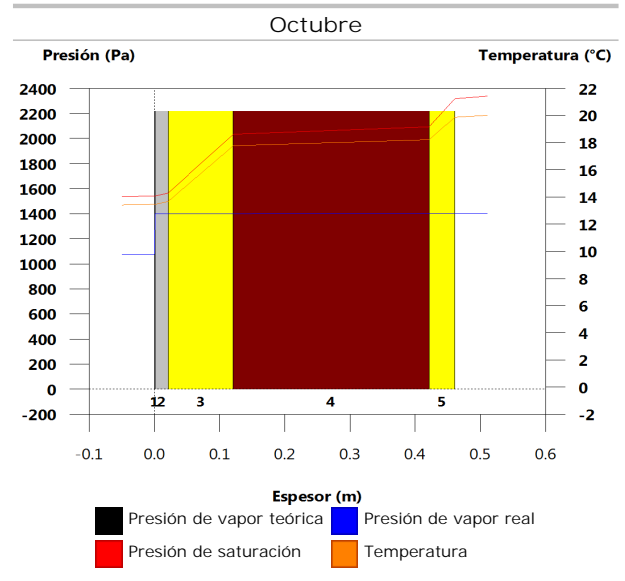
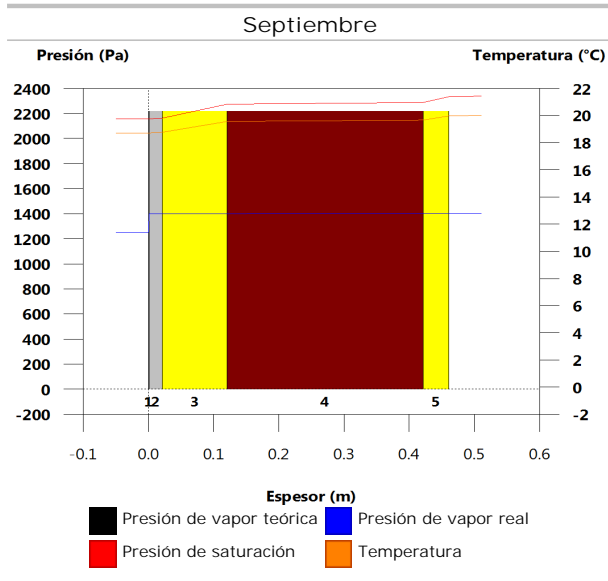
8.6.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



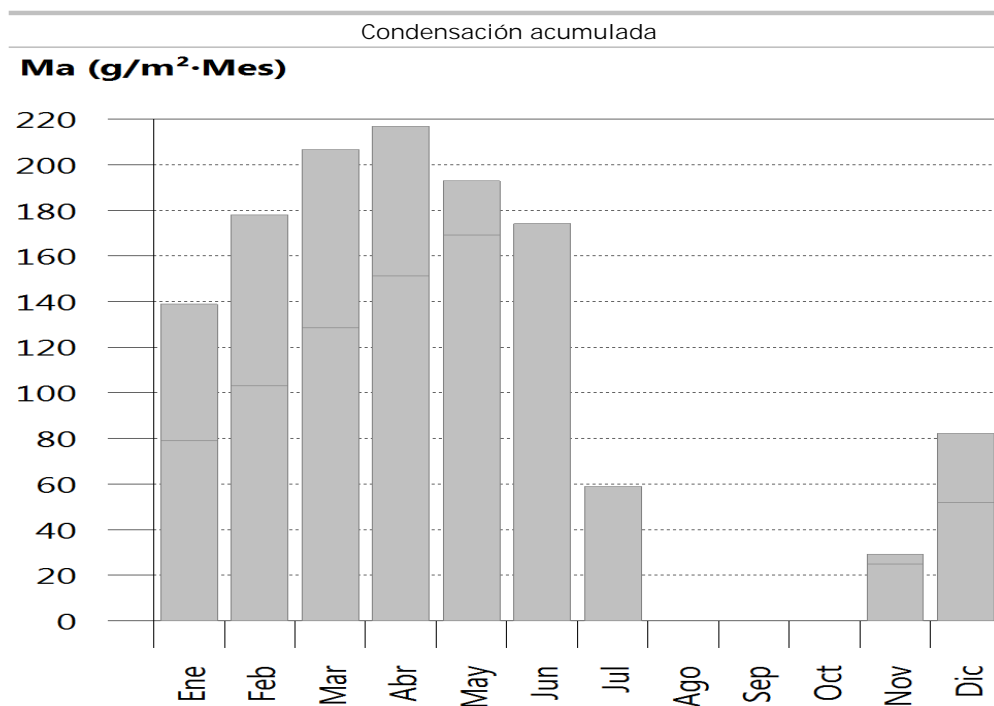
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



9. ZONA 9

9.1. FAC SUR

9.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

9.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{sl,crit} \leq 0.8$.

9.1.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

9.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

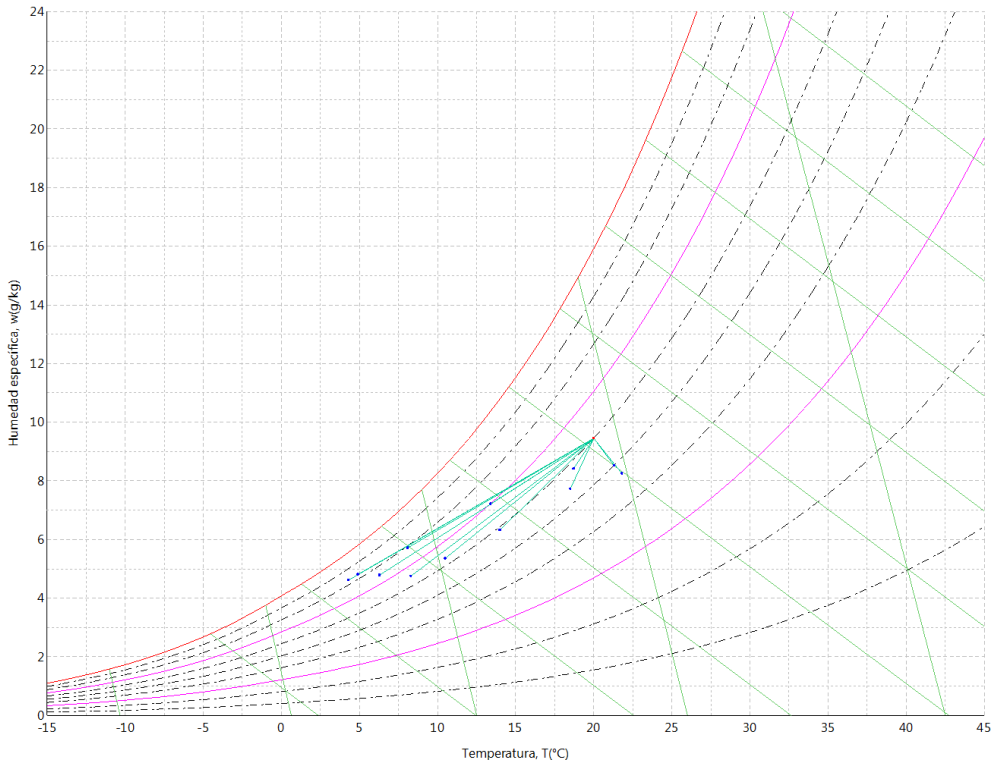
Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición

Condensaciones

exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



9.1.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC SUR		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R _{si}				0.13		

Condensaciones

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.296 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

9.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Condensaciones

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

9.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

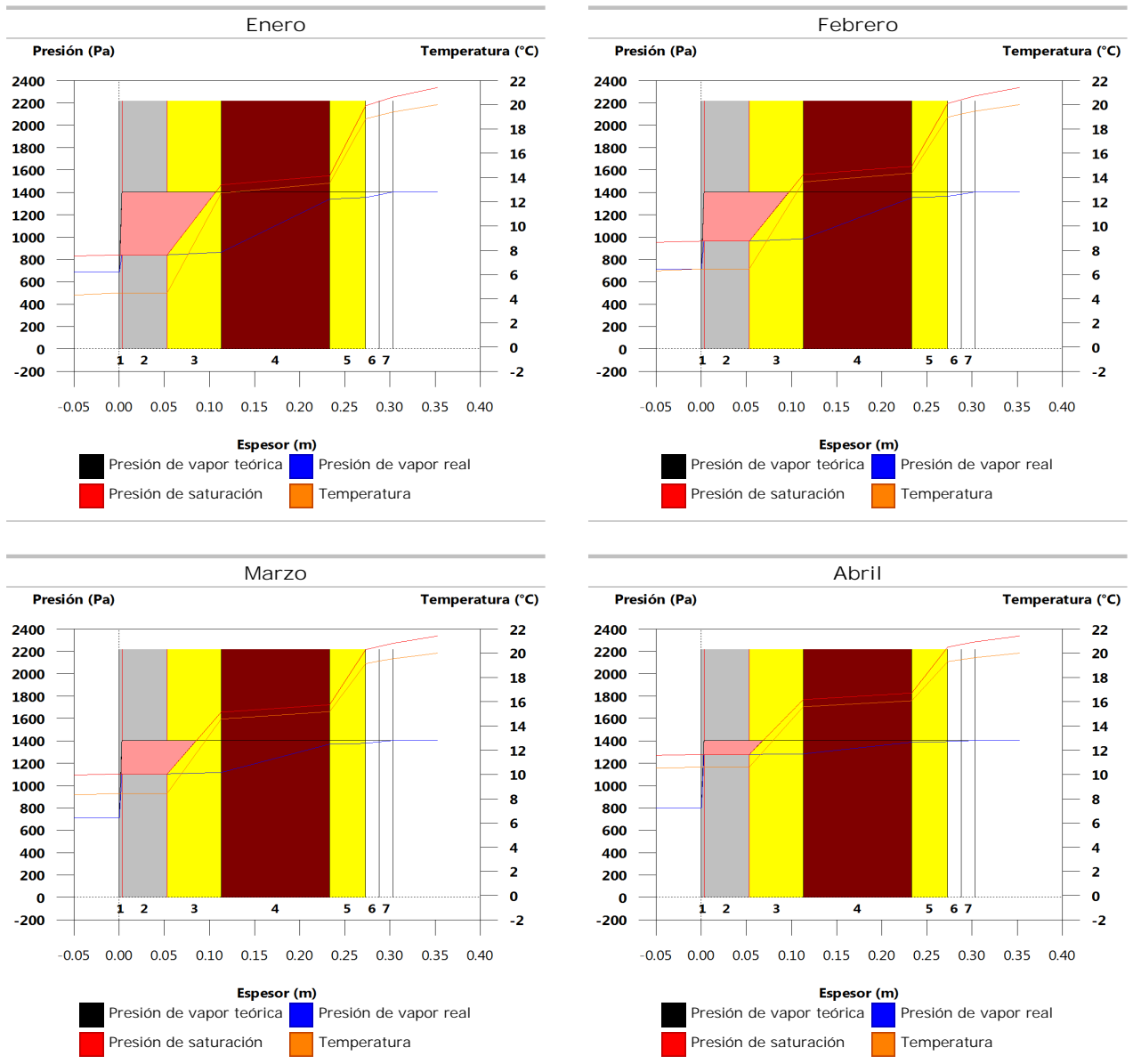
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

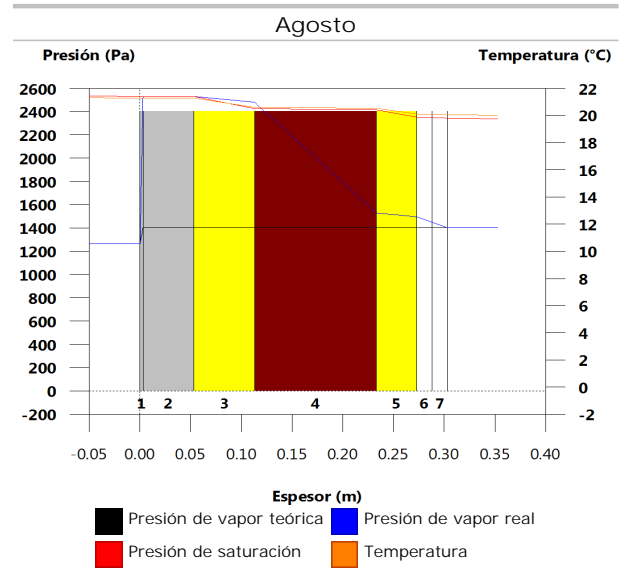
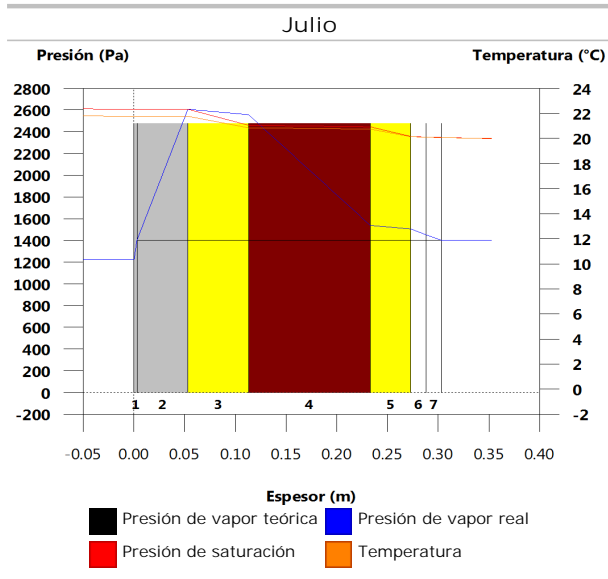
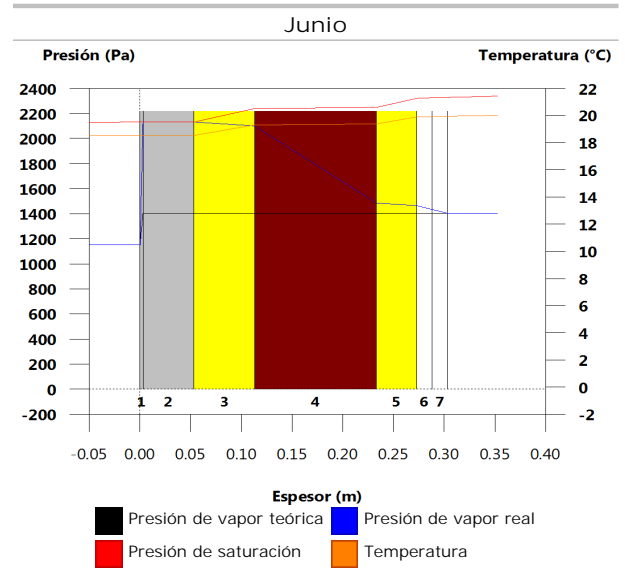
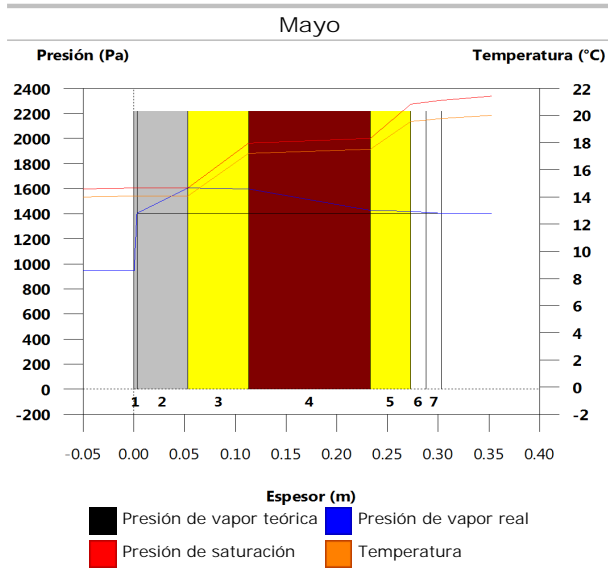
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

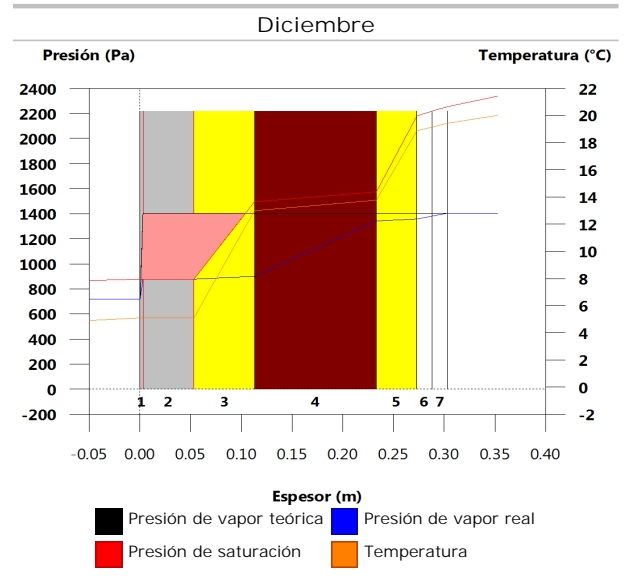
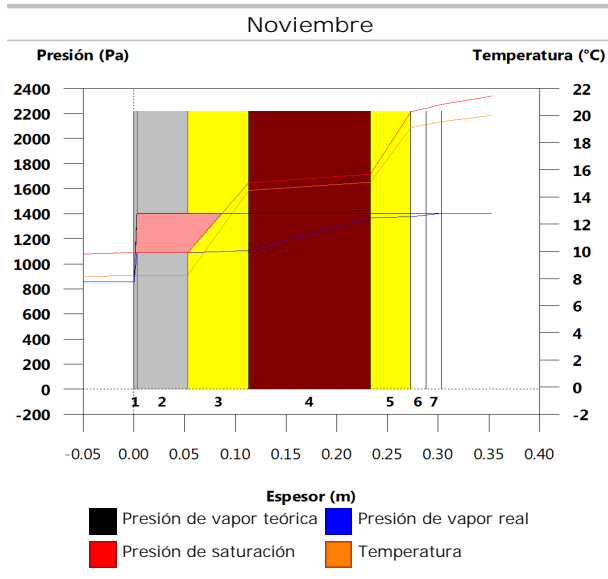
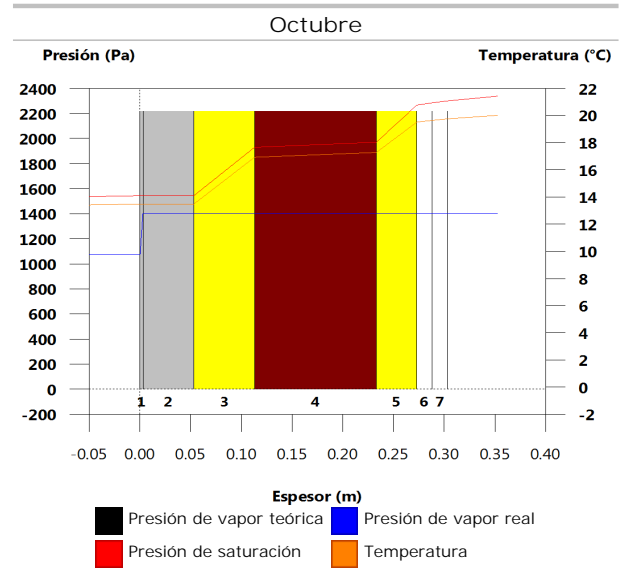
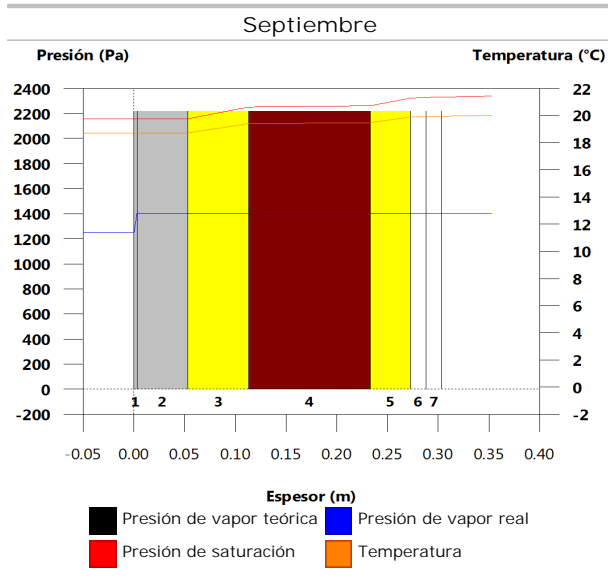
9.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



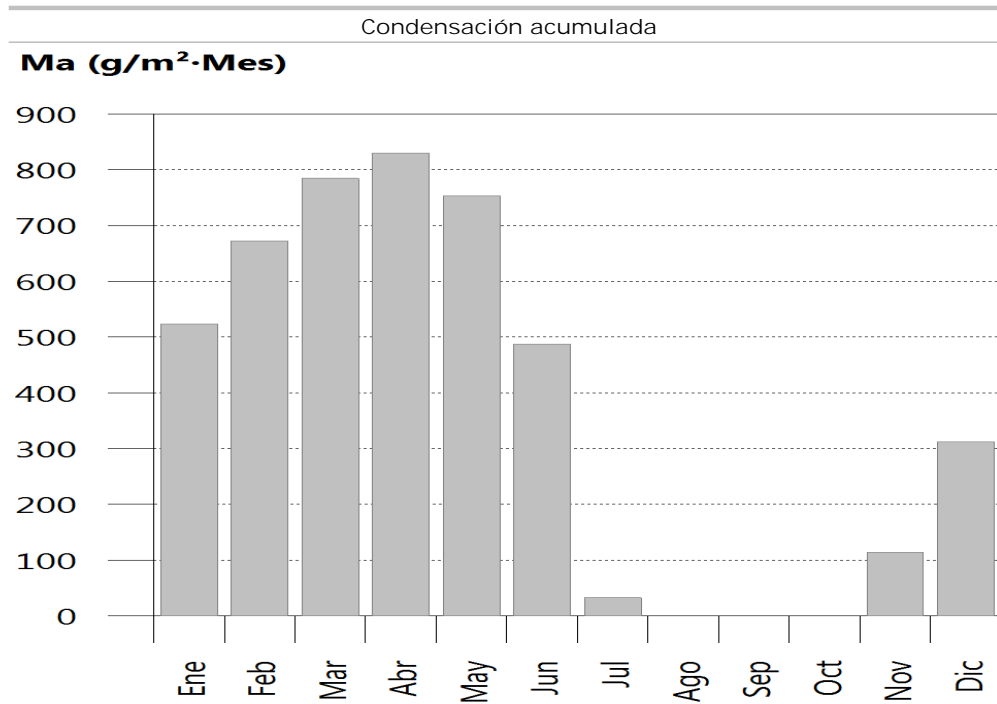
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



9.2. FAC ESTE

9.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

9.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

9.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

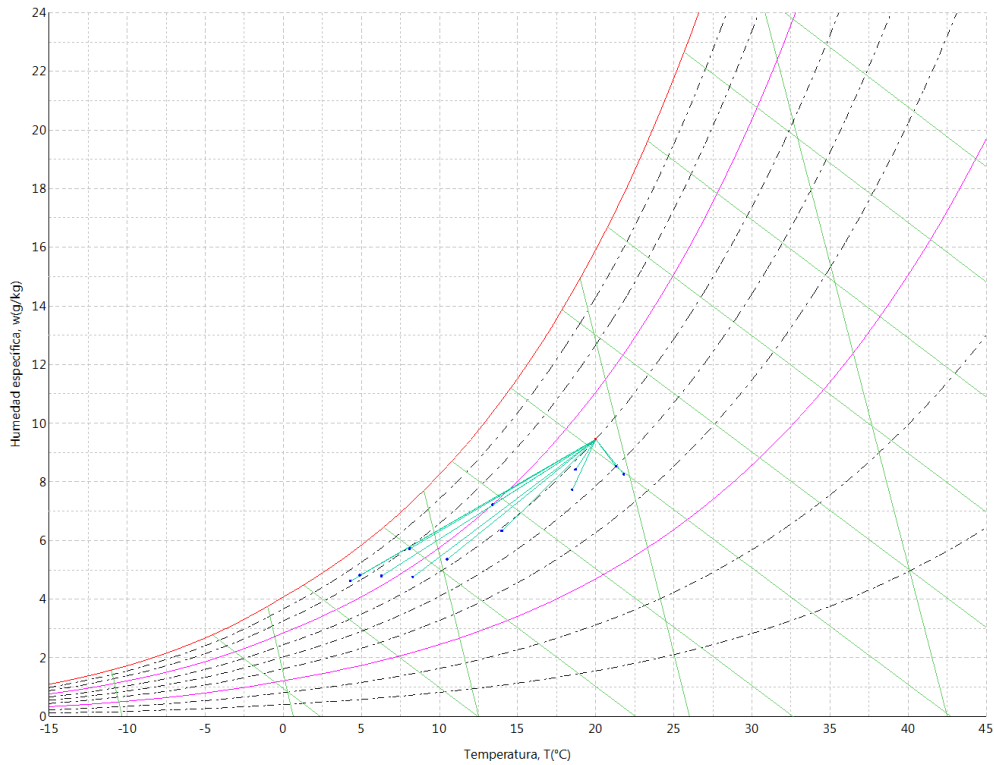
9.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

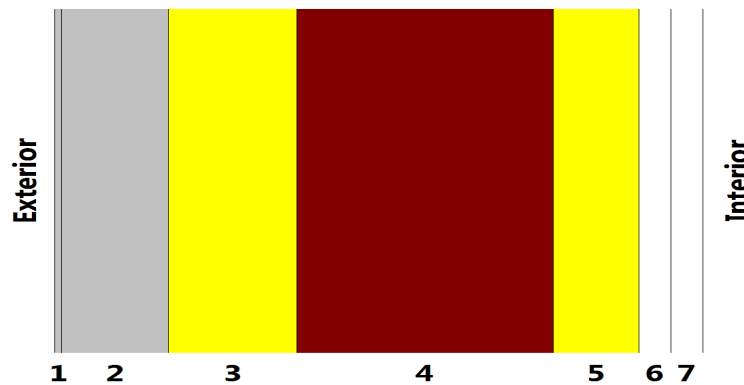
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



9.2.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC ESTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- l : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

9.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

9.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

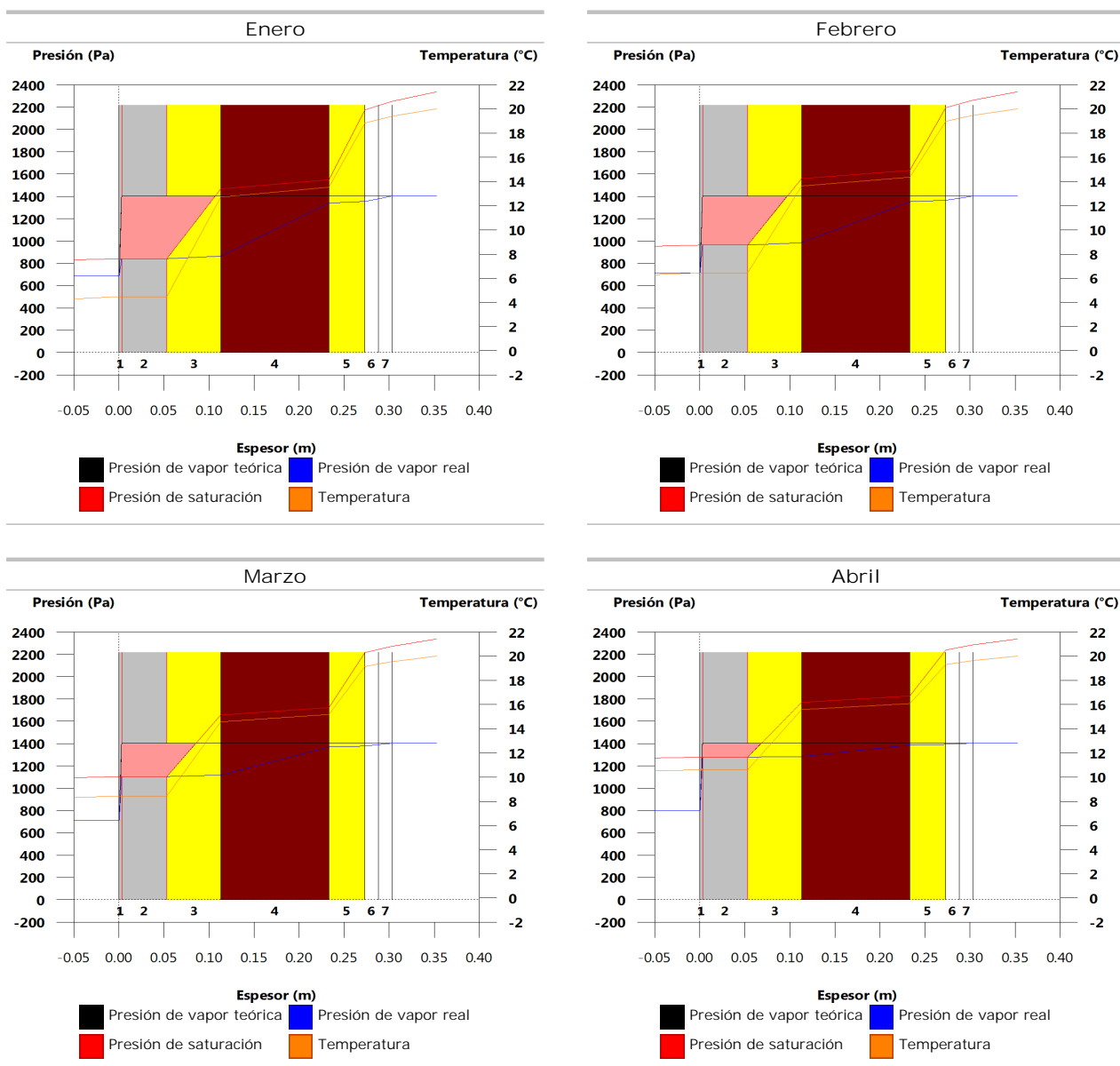
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

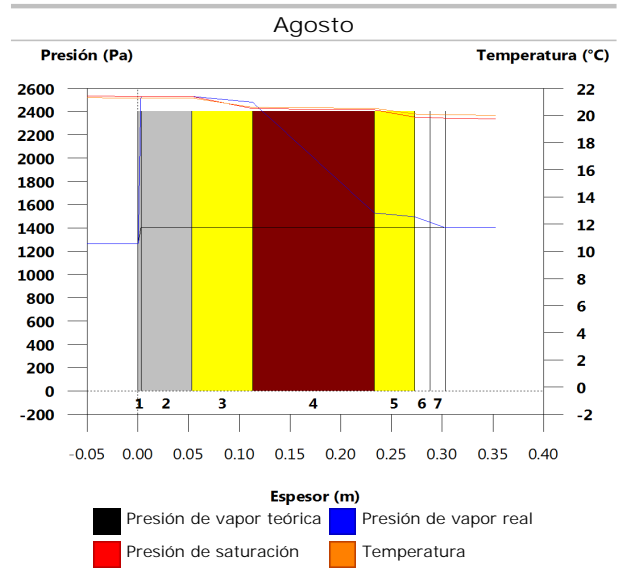
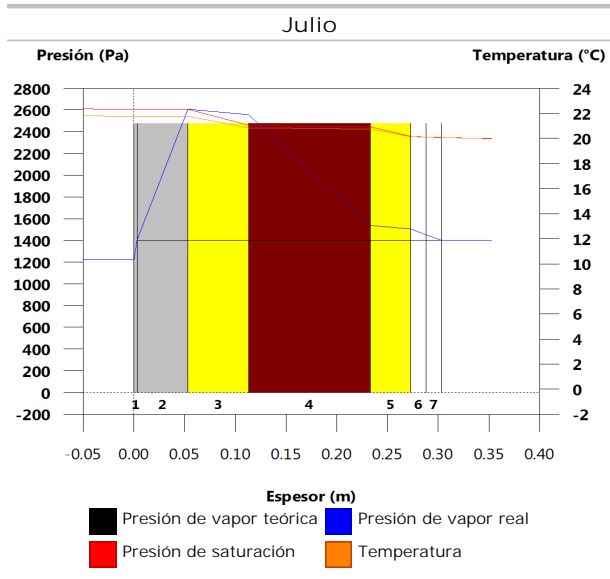
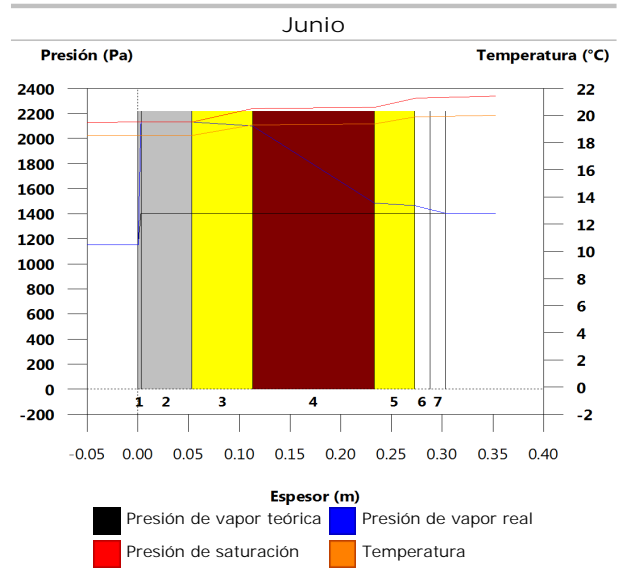
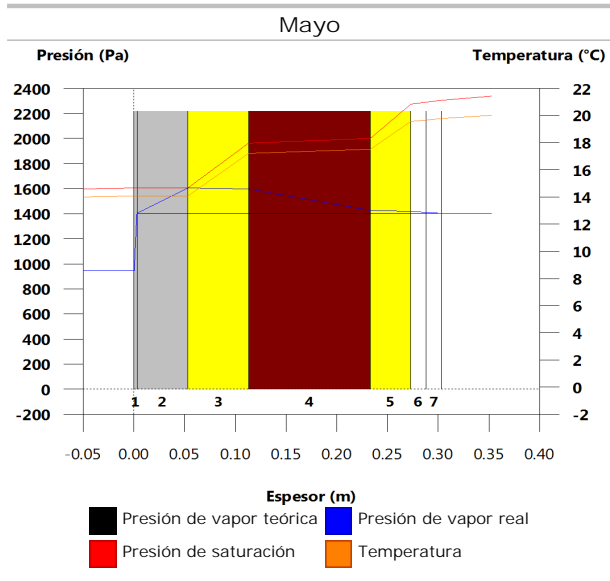
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

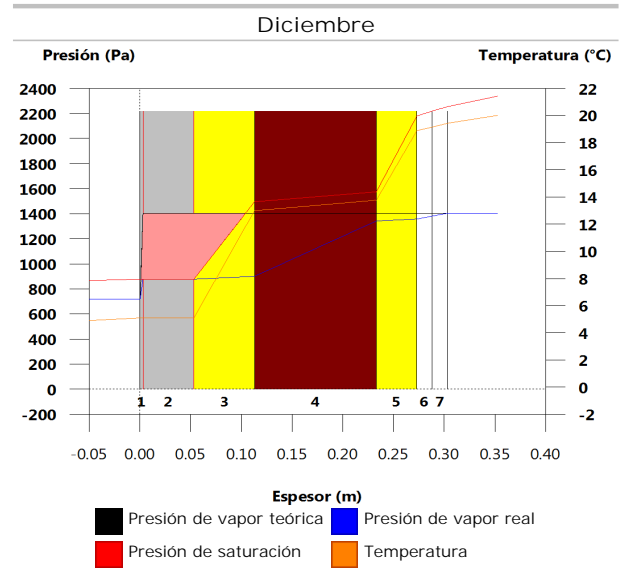
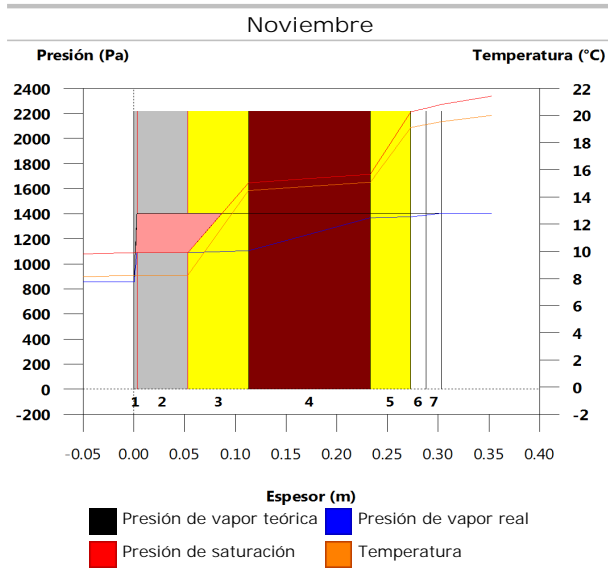
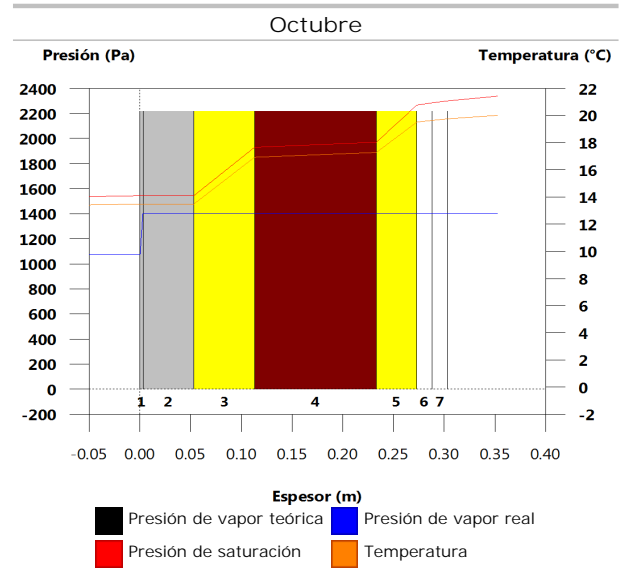
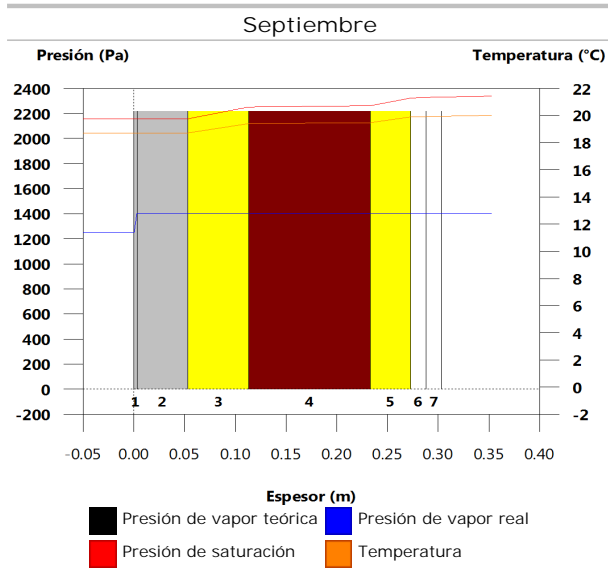
9.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



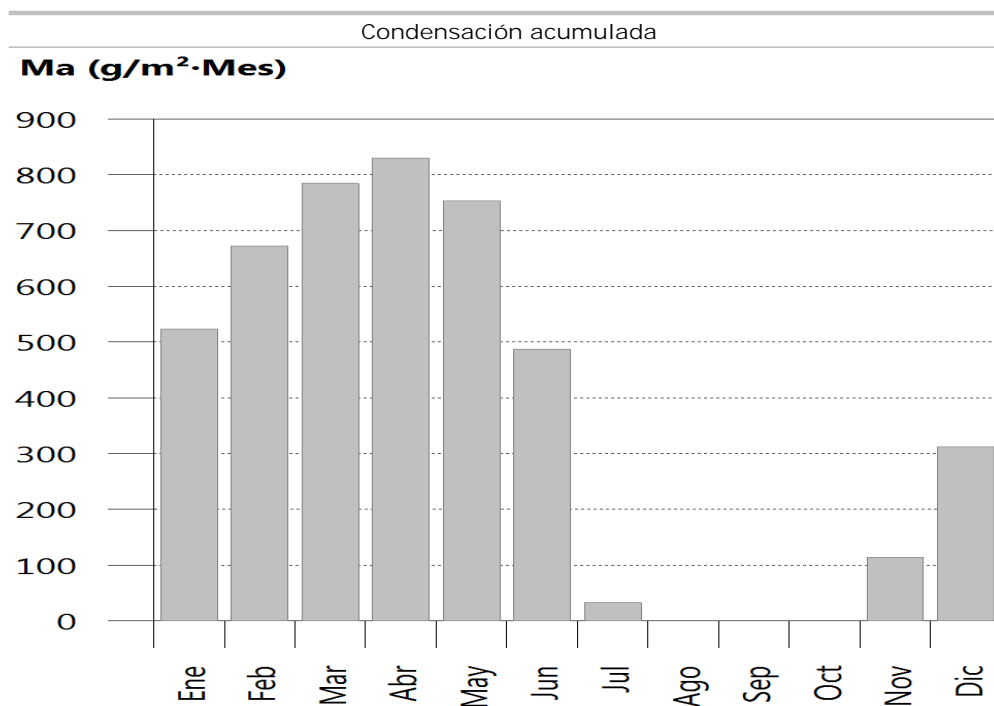
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



9.3. FAC SUR PB

9.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

9.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.911^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

9.3.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

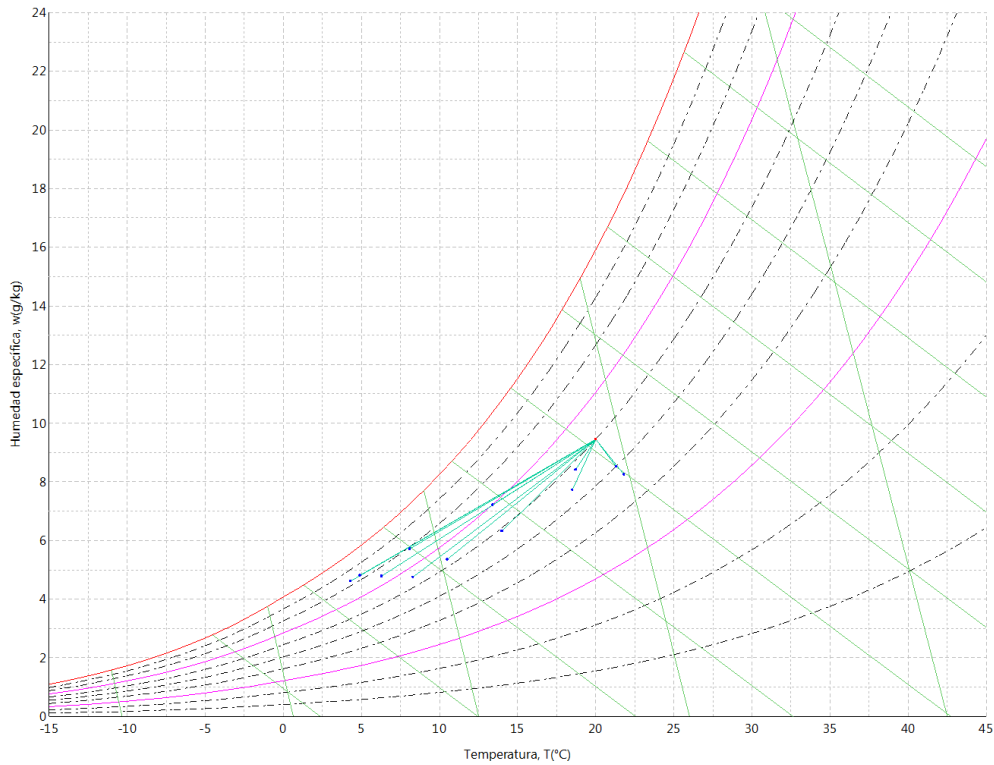
9.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

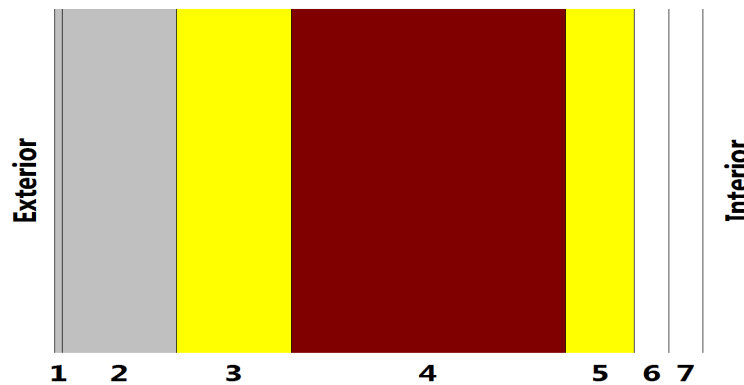
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



9.3.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC SUR PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	5.0	0.034	1.47059	20	1
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracoustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R _{si}				0.13		

donde:

Condensaciones

- e: Espesor, cm.
 l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_{ai}: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	28.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	2.7942
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3002.36
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.358
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.911

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
 R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
 S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.358 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

9.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e > q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i: Temperatura del aire interior, °C.
 j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.911 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento

Condensaciones

constructivo.

9.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfaces formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.52	843.362	689.042	81.7	--	--
Interfase 1-2	4.52	843.371	843.371	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.52	843.371	843.371	100.0	127.378	315.038
Interfase 3-4	12.79	1476.299	1081.158	73.2	--	--
Interfase 4-5	13.78	1574.989	1366.503	86.8	--	--
Interfase 5-6	18.60	2141.317	1373.636	64.1	--	--
Interfase 6-7	18.93	2186.913	1387.903	63.5	--	--
Cara interior	19.27	2233.355	1402.171	62.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.50	967.217	715.662	74.0	--	--
Interfase 1-2	6.50	967.226	967.226	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.50	967.226	967.226	100.0	89.550	404.588
Interfase 3-4	13.71	1567.554	1152.309	73.5	--	--
Interfase 4-5	14.57	1657.979	1374.408	82.9	--	--
Interfase 5-6	18.77	2165.414	1379.961	63.7	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.545	1391.066	63.1	--	--
Cara interior	19.36	2246.325	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.47	1106.826	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.47	1106.834	1106.834	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.47	1106.834	1106.834	100.0	67.322	471.910
Interfase 3-4	14.63	1663.721	1232.509	74.1	--	--
Interfase 4-5	15.36	1744.779	1383.319	79.3	--	--
Interfase 5-6	18.95	2189.748	1387.090	63.3	--	--
Interfase 6-7	19.20	2224.316	1394.630	62.7	--	--
Cara interior	19.46	2259.360	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.64	1280.603	799.495	62.4	--	--
Interfase 1-2	10.64	1280.611	1280.611	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.64	1280.611	1280.611	100.0	26.816	498.725
Interfase 3-4	15.64	1775.445	1332.339	75.0	--	--
Interfase 4-5	16.24	1844.837	1394.412	75.6	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.791	1395.963	63.0	--	--
Interfase 6-7	19.35	2245.125	1399.067	62.3	--	--
Cara interior	19.56	2273.776	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.09	1606.657	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.09	1606.664	1401.809	87.2	0.037	0.037
Interfase 2-3	14.09	1606.664	1606.664	100.0	-46.732	451.993
Interfase 3-4	17.24	1966.761	1519.645	77.3	--	--
Interfase 4-5	17.62	2014.395	1415.223	70.3	--	--
Interfase 5-6	19.46	2260.416	1412.613	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.582	1407.392	61.8	--	--
Cara interior	19.72	2296.875	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.441	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-0.037	--
Interfase 2-3	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-160.874	291.118
Interfase 3-4	19.31	2239.113	1821.115	81.3	--	--
Interfase 4-5	19.41	2252.347	1448.720	64.3	--	--
Interfase 5-6	19.87	2317.608	1439.410	62.1	--	--
Interfase 6-7	19.90	2322.238	1420.790	61.2	--	--
Cara interior	19.93	2326.875	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.77	2606.266	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.77	2606.264	1402.033	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.77	2606.264	2606.264	100.0	-274.718	16.400
Interfase 3-4	20.83	2459.275	2093.884	85.1	--	--
Interfase 4-5	20.71	2442.133	1479.028	60.6	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.349	1463.656	62.0	--	--
Interfase 6-7	20.12	2354.715	1432.913	60.9	--	--
Cara interior	20.08	2349.093	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2528.867	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-16.400	--
Interfase 3-4	20.60	2424.748	2049.420	84.5	--	--
Interfase 4-5	20.52	2412.509	1474.087	61.1	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.829	1459.704	62.0	--	--
Interfase 6-7	20.09	2349.769	1430.937	60.9	--	--
Cara interior	20.06	2345.715	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.895	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.896	1402.051	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.896	1402.052	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2251.947	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.48	2263.471	1402.163	61.9	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.179	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2324.195	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.94	2328.216	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1546.068	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1546.074	1401.914	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1546.074	1401.915	90.7	--	--
Interfase 3-4	16.97	1932.736	1402.024	72.5	--	--
Interfase 4-5	17.38	1984.394	1402.154	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.41	2252.884	1402.158	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.55	2272.815	1402.164	61.7	--	--
Cara interior	19.69	2292.900	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.27	1092.109	852.829	78.1	--	--
Interfase 1-2	8.27	1092.118	1092.118	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.27	1092.118	1092.118	100.0	68.396	68.396
Interfase 3-4	14.53	1653.876	1224.055	74.0	--	--
Interfase 4-5	15.28	1735.923	1382.380	79.6	--	--
Interfase 5-6	18.94	2187.304	1386.338	63.4	--	--
Interfase 6-7	19.19	2222.432	1394.254	62.7	--	--
Cara interior	19.45	2258.054	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.12	878.959	718.612	81.8	--	--
Interfase 1-2	5.12	878.968	878.968	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.12	878.968	878.968	100.0	119.264	187.660
Interfase 3-4	13.06	1503.173	1101.607	73.3	--	--
Interfase 4-5	14.02	1599.495	1368.775	85.6	--	--
Interfase 5-6	18.65	2148.522	1375.454	64.0	--	--
Interfase 6-7	18.97	2192.488	1388.812	63.3	--	--
Cara interior	19.30	2237.239	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

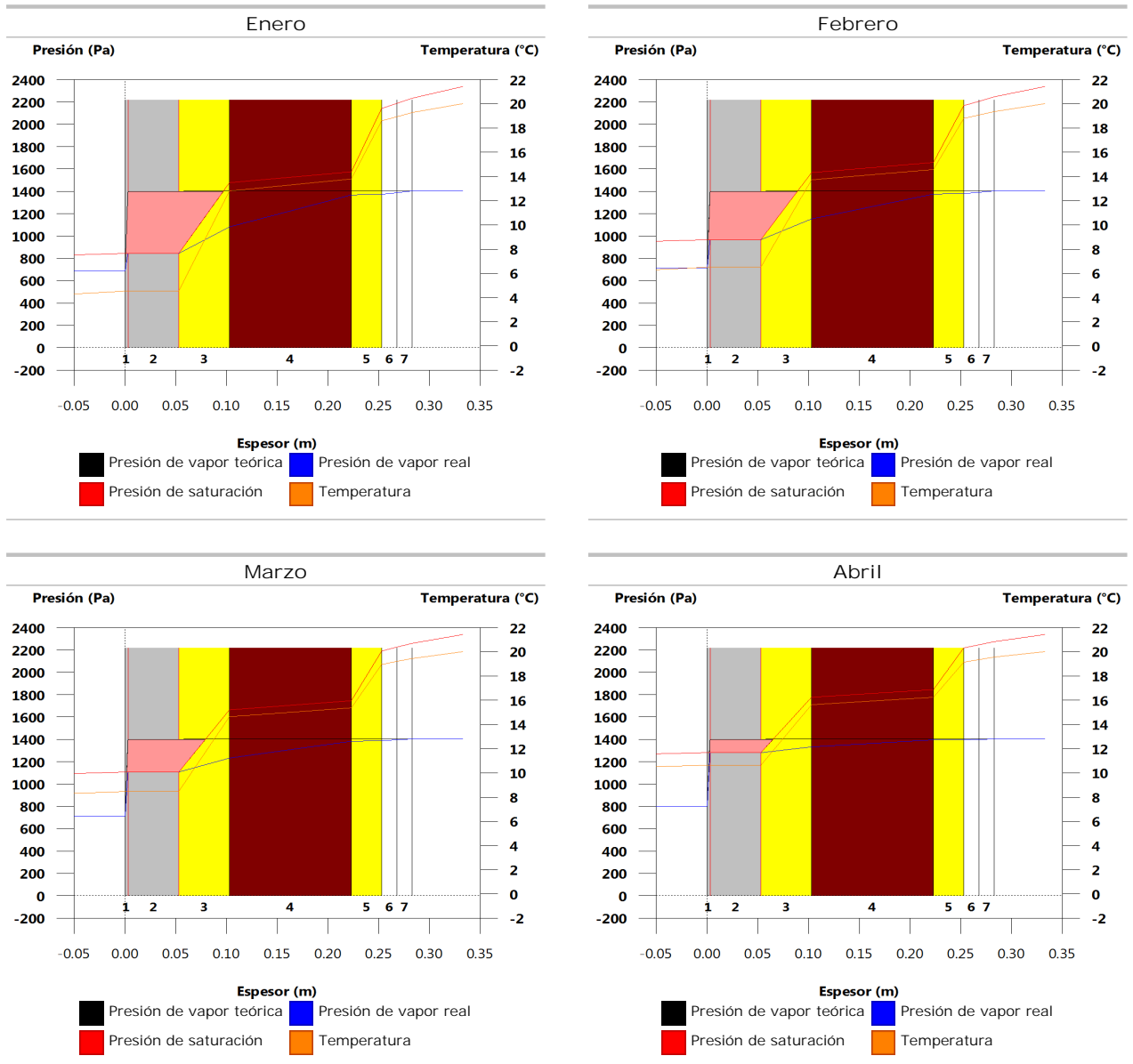
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	127.378	89.550	67.322	26.816	0.037	--	0.215	--	--	--	68.396	119.264
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	46.732	160.911	274.718	16.615	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	315.038	404.588	471.910	498.725	452.029	291.118	16.615	--	--	--	68.396	187.660

donde:

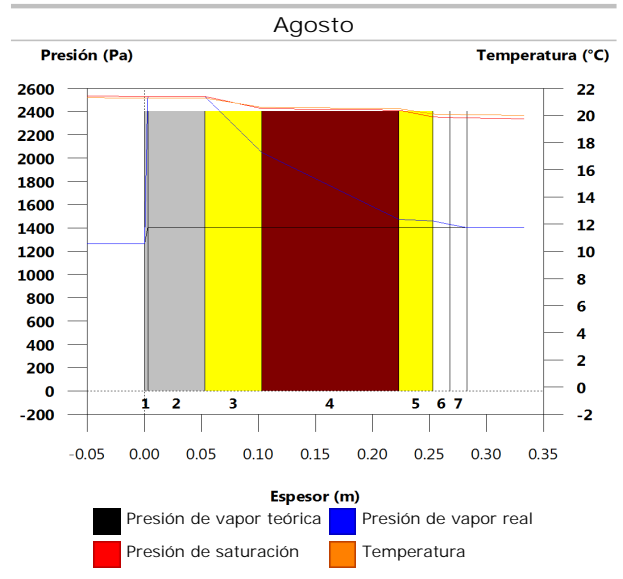
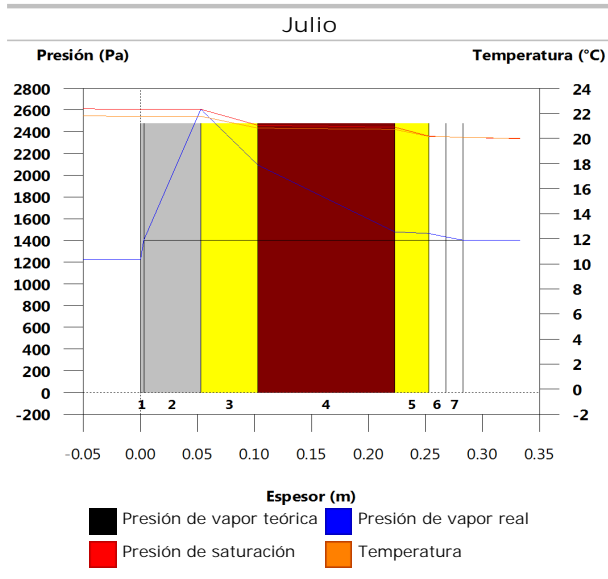
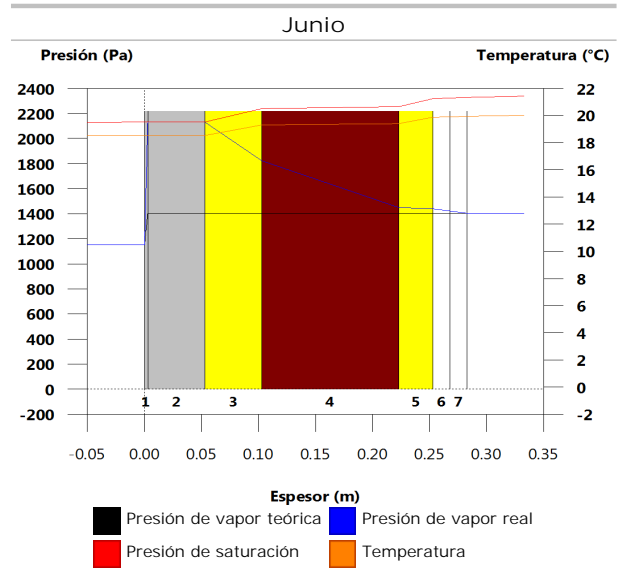
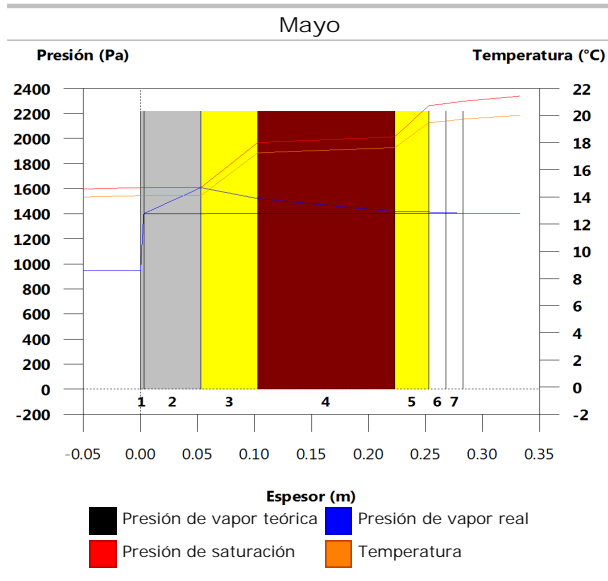
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

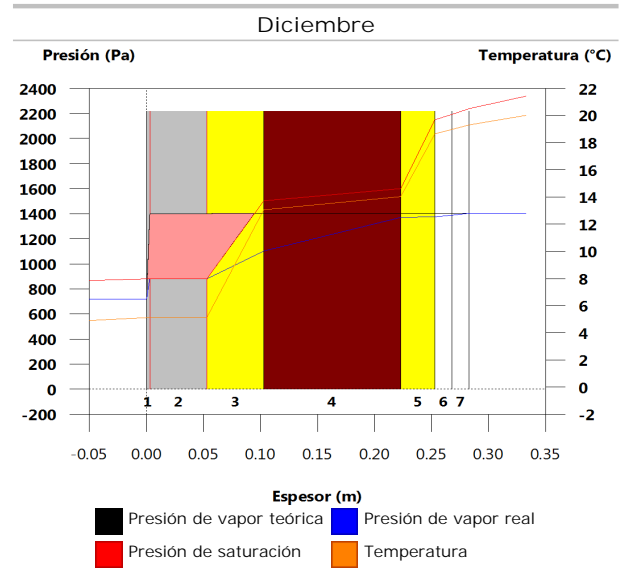
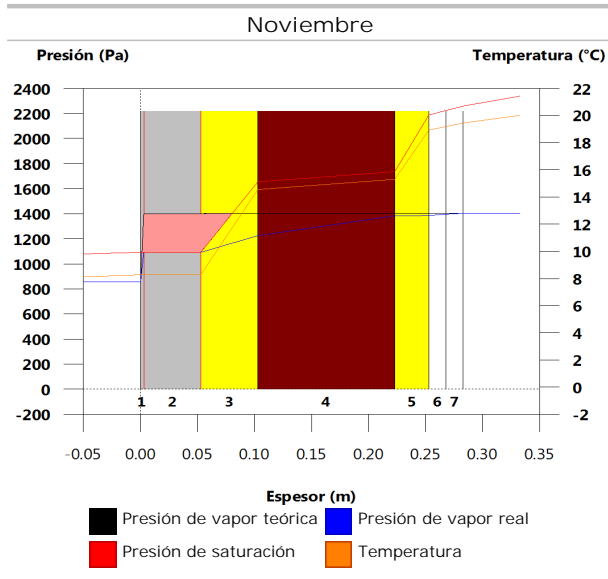
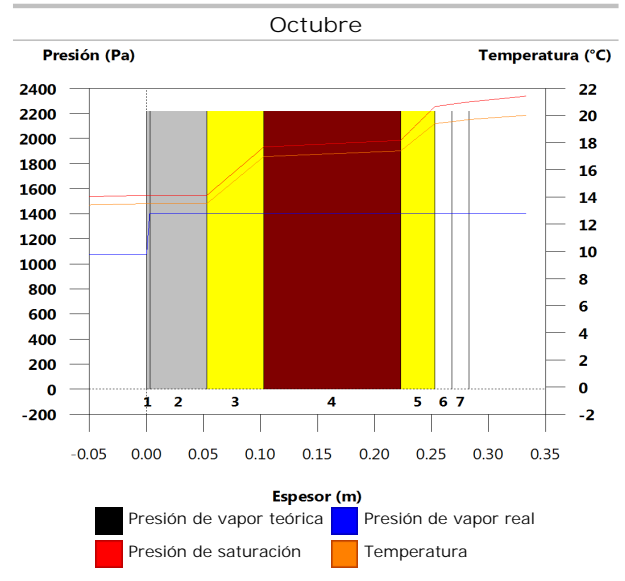
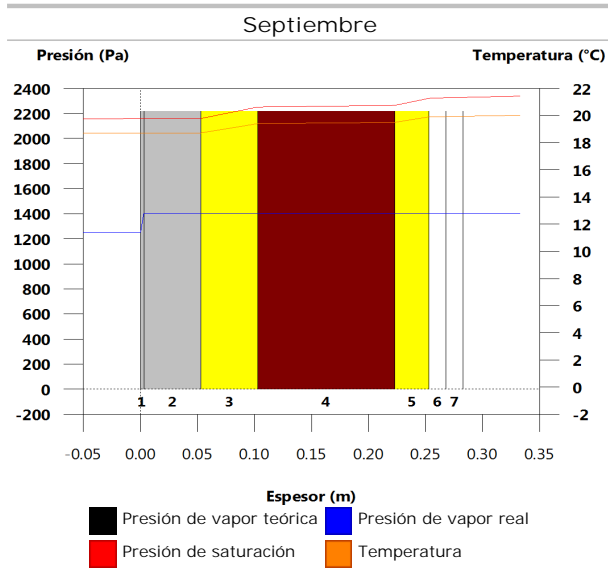
9.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



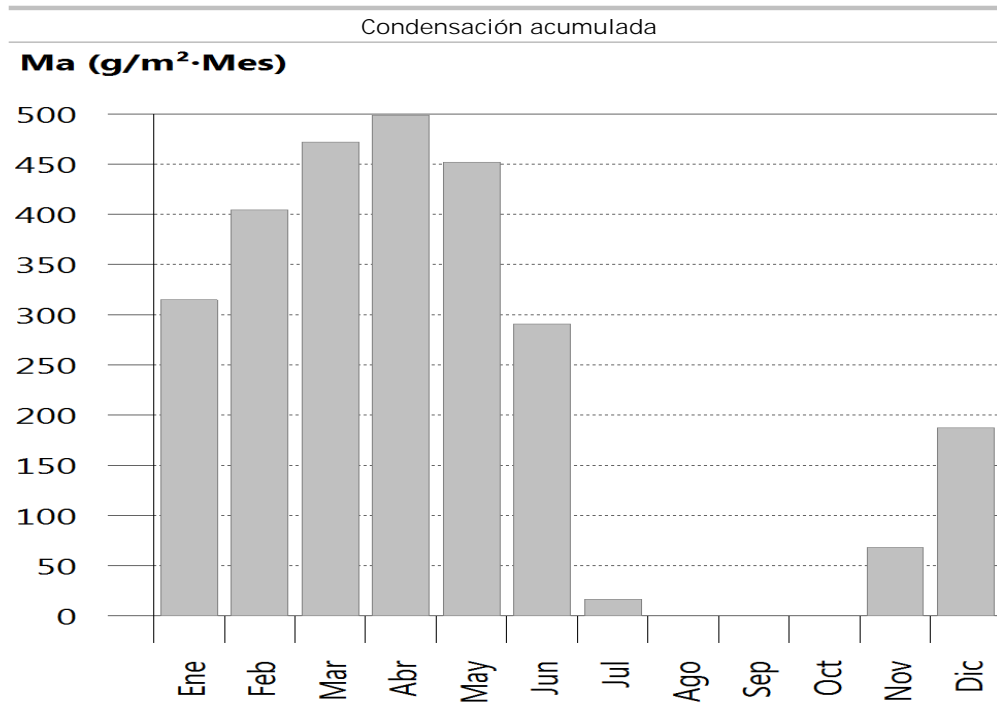
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



9.4. CUB ZINC

9.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones

9.4.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.947^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

9.4.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

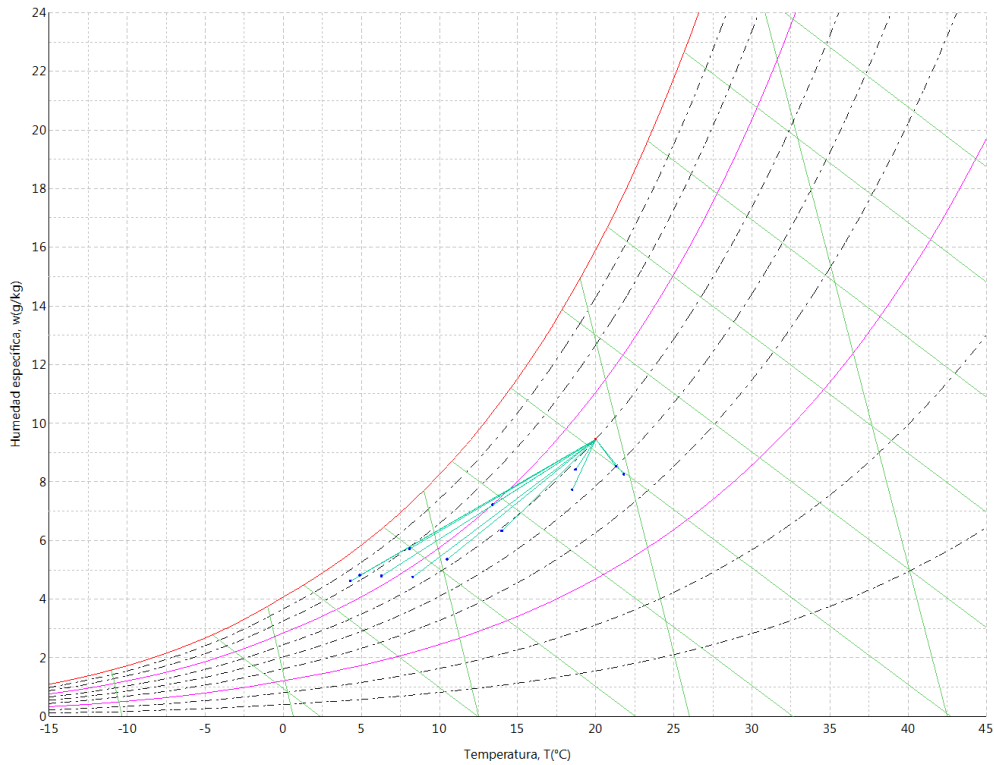
9.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

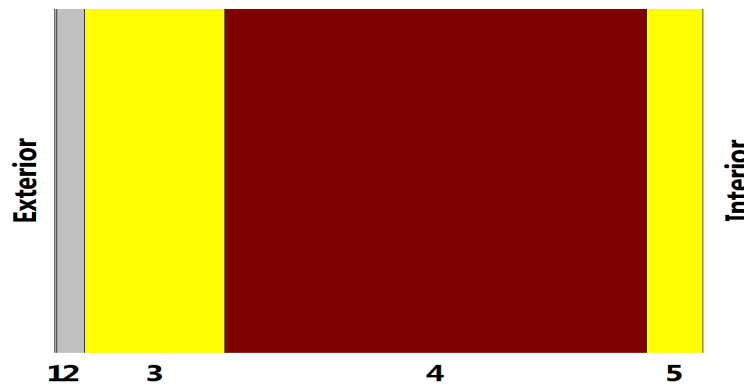
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



9.4.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

CUB ZINC		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.1	110.000	0.00001	1000000	1000
2	Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2.0	0.130	0.15385	30	0.6
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	10.0	0.034	2.94118	20	2
4	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.937	0.32017	10	3
5	MW Lana mineral [0.034 W/[mK]]	4.0	0.034	1.17647	1	0.04
R _{si}				0.10		

donde:

e: Espesor, cm.

l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

Condensaciones

- R: Resistencia térmica del material, $m^2 \cdot K/W$.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 $S_{a,T}$: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	46.1
Resistencia térmica total, R_T	$m^2 \cdot K/W$	4.7317
Espesor de aire equivalente total, $S_{a,T}$	m	1005.64
Transmitancia térmica, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.211
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.947

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.
 $S_{a,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, $W/(m^2 \cdot K)$.
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 W/m^2 \cdot K$ y $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

9.4.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e \geq q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.947 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

9.4.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.43	837.939	689.042	82.2	--	--
Interfase 1-2	4.43	837.940	837.940	100.0	27.128	79.046
Interfase 2-3	4.94	868.415	868.415	100.0	29.523	59.804
Interfase 3-4	14.70	1672.009	1080.223	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.76	1790.134	1397.935	78.1	--	--
Cara interior	19.67	2289.382	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.42	961.875	715.662	74.4	--	--
Interfase 1-2	6.42	961.877	961.877	100.0	24.044	103.089
Interfase 2-3	6.86	991.840	991.840	100.0	15.229	75.033
Interfase 3-4	15.38	1746.229	1154.670	66.1	--	--
Interfase 4-5	16.30	1852.881	1398.914	75.5	--	--
Cara interior	19.71	2295.395	1402.171	61.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.40	1101.686	711.302	64.6	--	--
Interfase 1-2	8.40	1101.688	1101.688	100.0	25.481	128.570
Interfase 2-3	8.78	1130.463	1130.463	100.0	3.188	78.221
Interfase 3-4	16.05	1823.322	1238.283	67.9	--	--
Interfase 4-5	16.84	1917.546	1400.014	73.0	--	--
Cara interior	19.75	2301.421	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.58	1275.857	799.495	62.7	--	--
Interfase 1-2	10.58	1275.859	1275.859	100.0	22.668	151.239
Interfase 2-3	10.89	1302.381	1302.381	100.0	-12.651	65.570
Interfase 3-4	16.79	1911.554	1341.980	70.2	--	--
Interfase 4-5	17.44	1990.954	1401.379	70.4	--	--
Cara interior	19.80	2308.065	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.05	1602.997	942.661	58.8	--	--
Interfase 1-2	14.05	1602.998	1602.998	100.0	17.857	169.096
Interfase 2-3	14.25	1623.395	1623.395	100.0	-41.724	23.846
Interfase 3-4	17.98	2059.639	1535.608	74.6	--	--
Interfase 4-5	18.38	2112.815	1403.926	66.4	--	--
Cara interior	19.87	2318.671	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.51	2130.268	1149.432	54.0	--	--
Interfase 1-2	18.51	2130.269	2130.269	100.0	5.120	174.216
Interfase 2-3	18.56	2136.783	2136.783	100.0	-23.846	--
Interfase 3-4	19.49	2264.728	1845.270	81.5	--	--
Interfase 4-5	19.60	2279.052	1408.001	61.8	--	--
Cara interior	19.97	2332.369	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.946	1226.874	47.0	--	--
Interfase 1-2	21.78	2607.945	2607.945	100.0	-115.263	58.953
Interfase 2-3	21.73	2598.642	2479.671	95.4	--	--
Interfase 3-4	20.61	2426.271	2052.092	84.6	--	--
Interfase 4-5	20.49	2408.124	1410.722	58.6	--	--
Cara interior	20.04	2342.460	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2530.048	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.29	2530.047	2530.047	100.0	-58.953	--
Interfase 2-3	21.25	2523.501	2410.060	95.5	--	--
Interfase 3-4	20.44	2401.165	2010.104	83.7	--	--
Interfase 4-5	20.35	2388.166	1410.170	59.0	--	--
Cara interior	20.03	2340.928	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2156.867	1250.123	58.0	--	--
Interfase 1-2	18.71	2156.867	1401.318	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.75	2162.574	1401.409	64.8	--	--
Interfase 3-4	19.56	2274.244	1401.711	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.65	2286.699	1402.165	61.3	--	--
Cara interior	19.97	2332.980	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.46	1542.175	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.46	1542.177	1400.339	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.67	1563.878	1400.534	89.6	--	--
Interfase 3-4	17.77	2033.562	1401.183	68.9	--	--
Interfase 4-5	18.22	2091.472	1402.158	67.0	--	--
Cara interior	19.86	2316.850	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.20	1086.943	852.829	78.5	--	--
Interfase 1-2	8.20	1086.945	1086.945	100.0	24.872	24.872
Interfase 2-3	8.59	1115.873	1115.873	100.0	4.454	4.454
Interfase 3-4	15.98	1815.481	1229.483	67.7	--	--
Interfase 4-5	16.79	1910.992	1399.898	73.3	--	--
Cara interior	19.75	2300.817	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.03	873.549	718.612	82.3	--	--
Interfase 1-2	5.03	873.550	873.550	100.0	27.045	51.917
Interfase 2-3	5.52	903.936	903.936	100.0	25.827	30.281
Interfase 3-4	14.90	1693.979	1101.648	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.93	1808.760	1398.216	77.3	--	--
Cara interior	19.68	2291.185	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	56.651	39.273	28.670	22.668	17.857	5.120	--	--	--	--	29.326	52.872
g _{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	12.651	41.724	23.846	115.263	58.953	--	--	--	--
M _a (g/m ²)	138.849	178.122	206.792	216.809	192.942	174.216	58.953	--	--	--	29.326	82.199

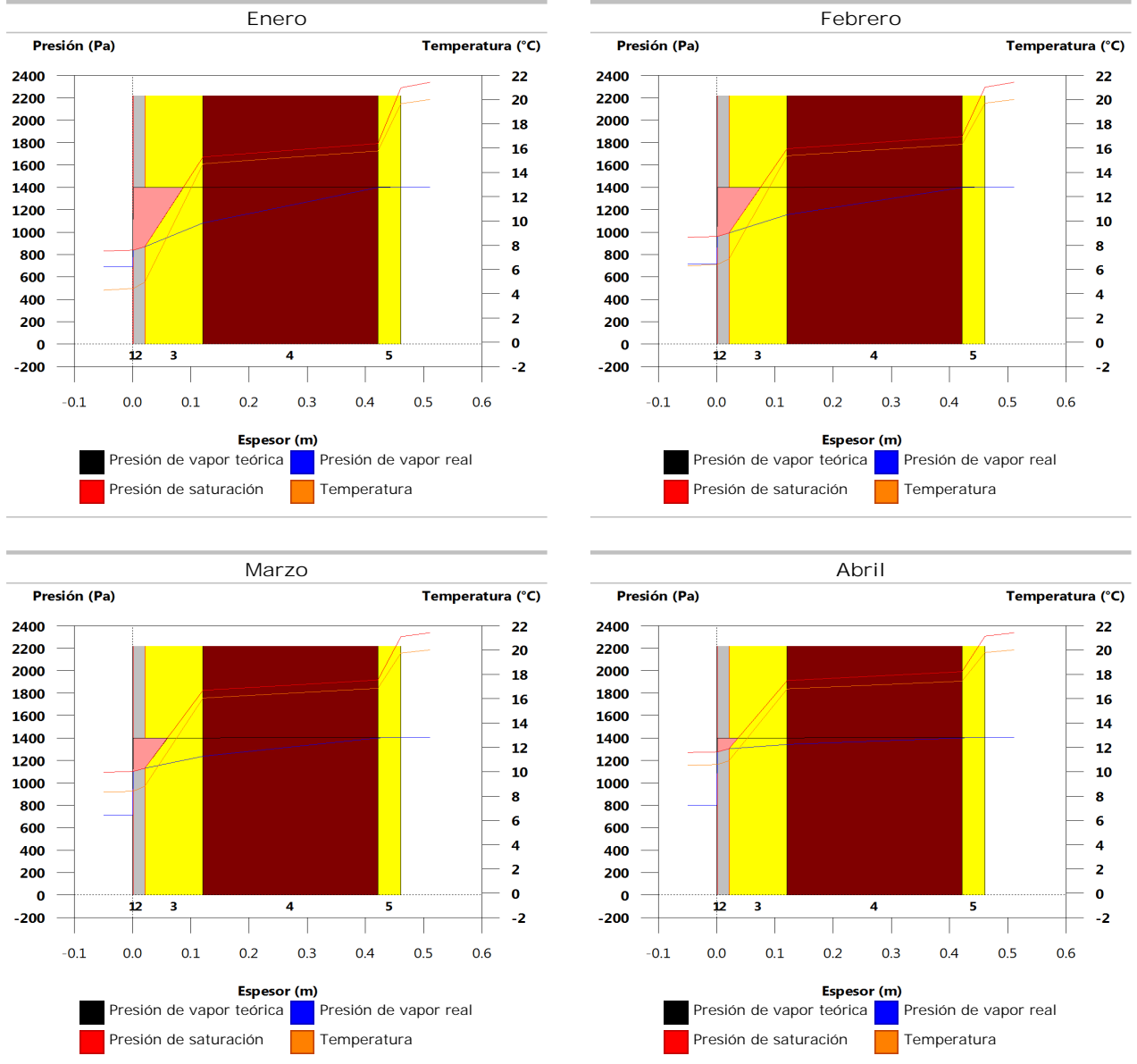
Condensaciones

donde:

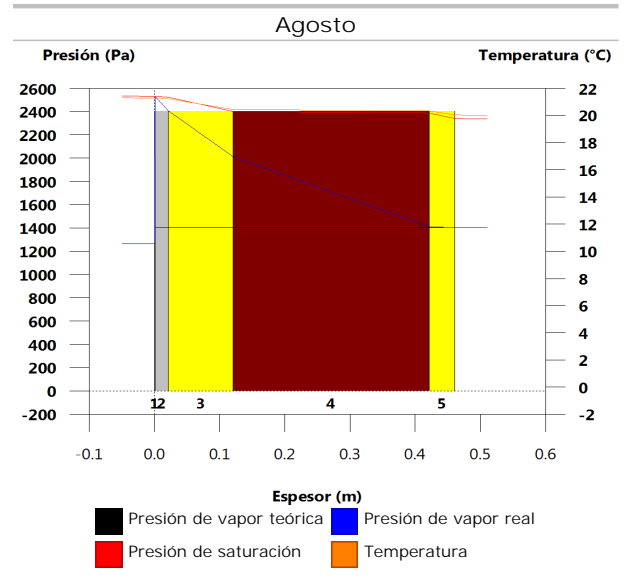
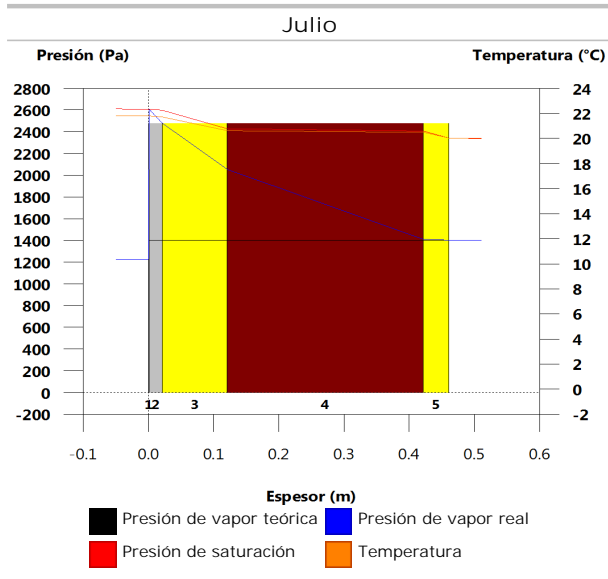
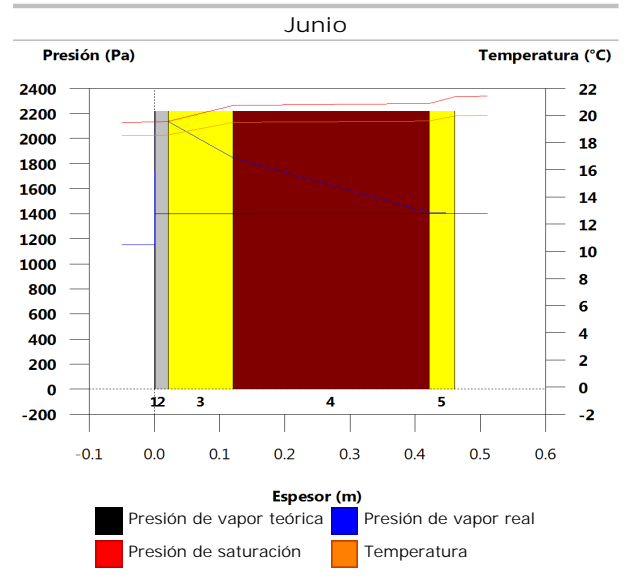
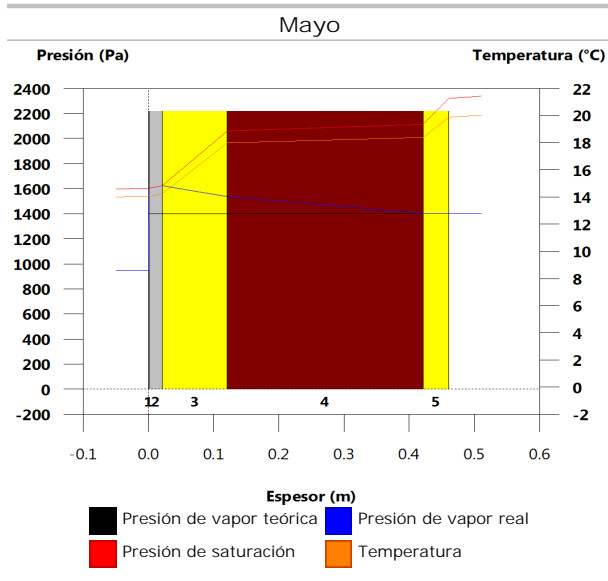
- g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- M_s : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

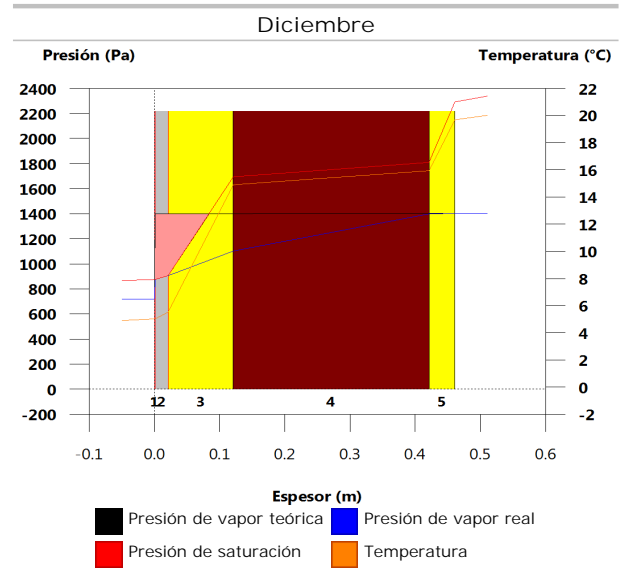
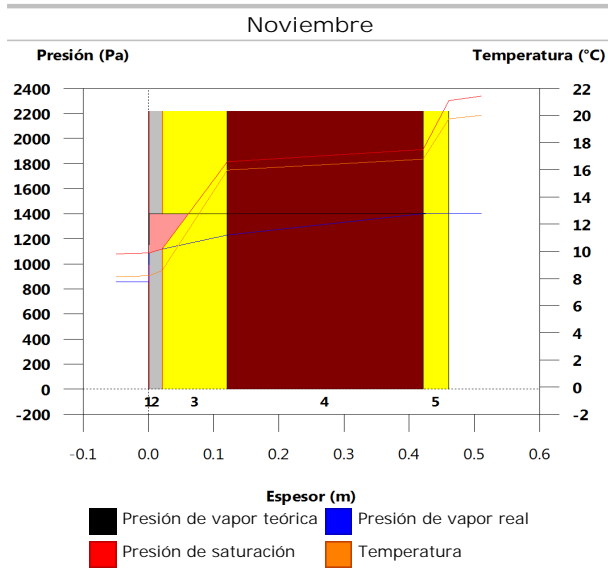
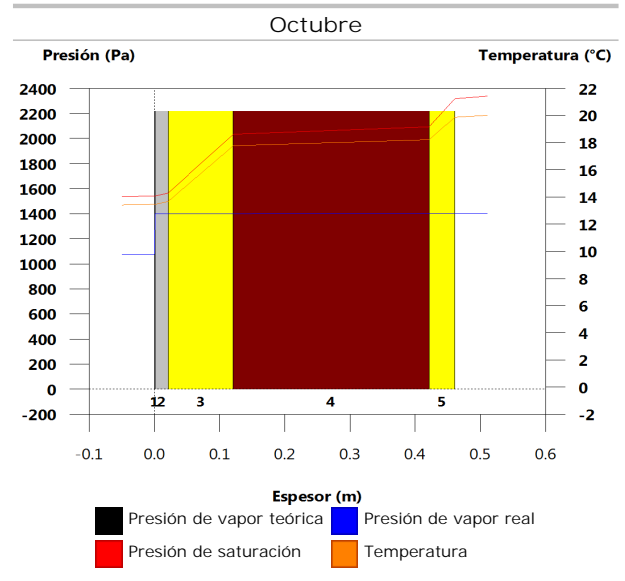
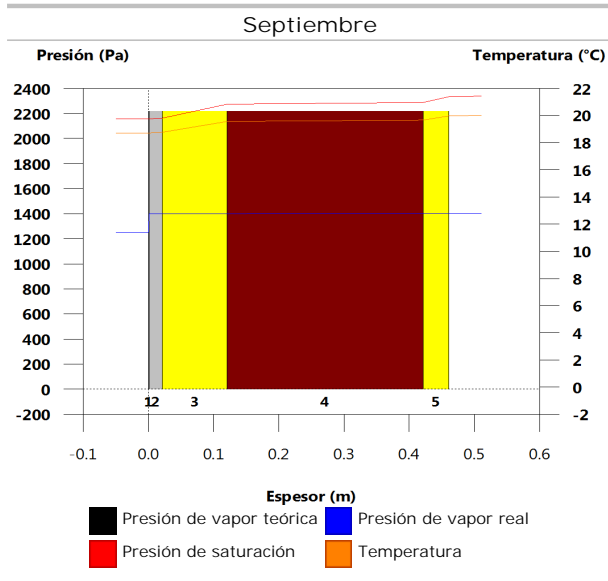
9.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



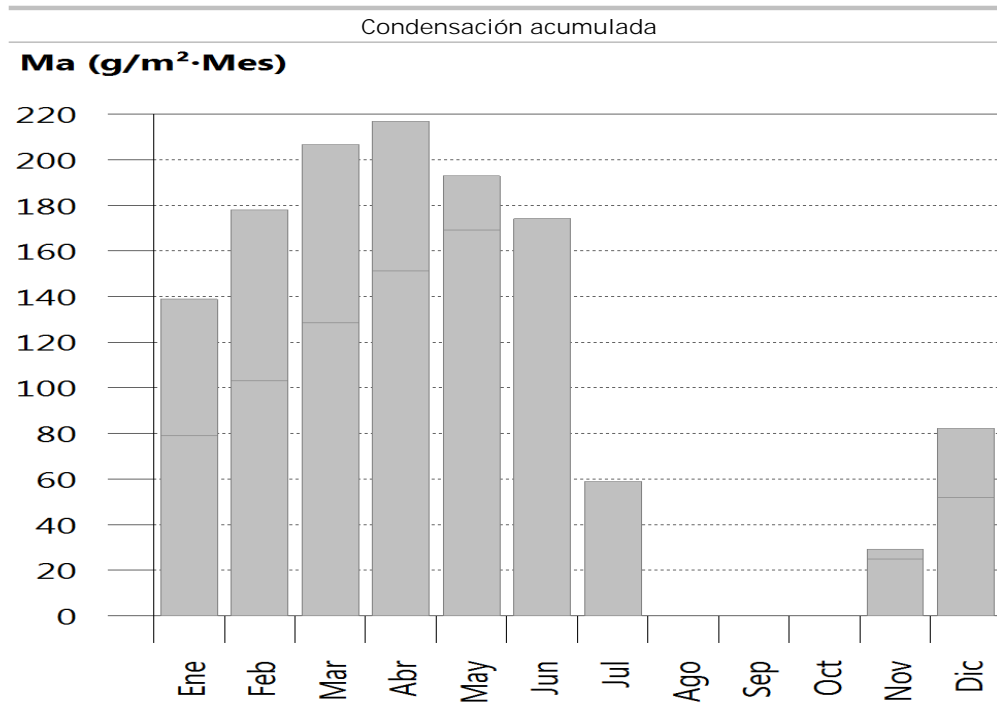
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



10. ZONA10

10.1. FAC SUR

10.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

10.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{sl,crit} \leq 0.8$.

10.1.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

10.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

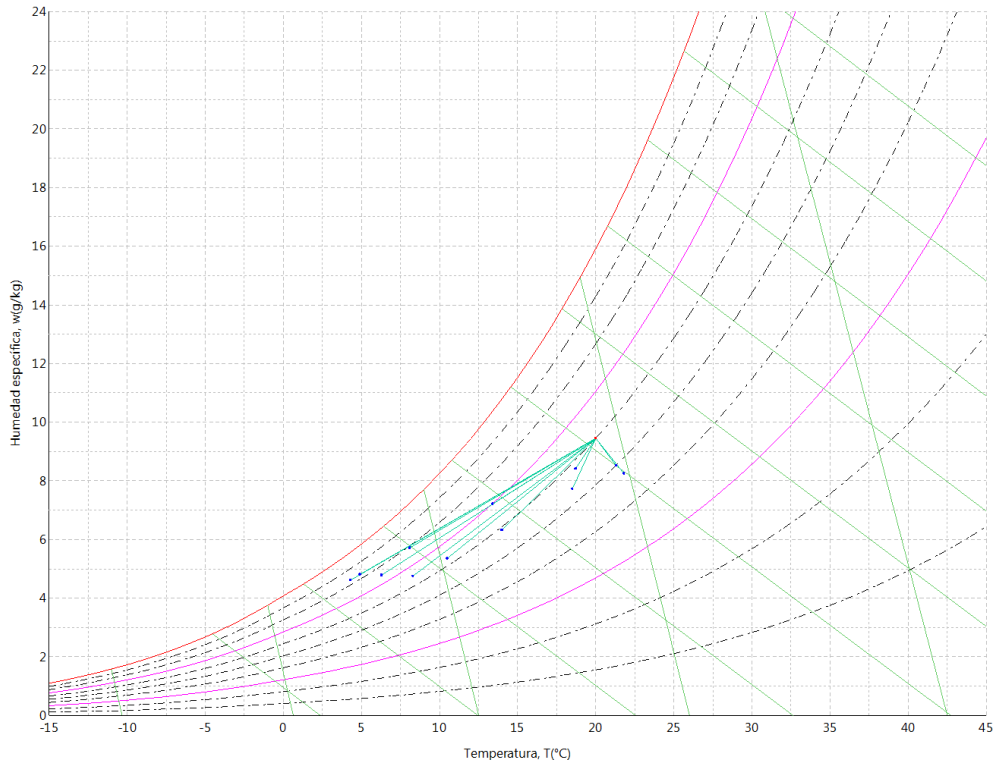
Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición

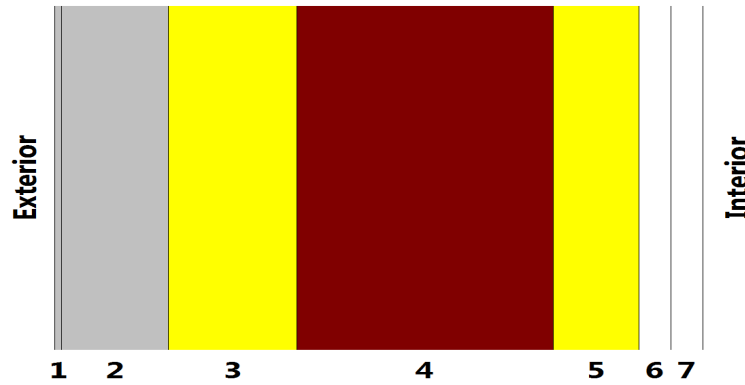
Condensaciones

exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



10.1.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC SUR		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R _{si}				0.13		

Condensaciones

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.296 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

10.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Condensaciones

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

10.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC SUR	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

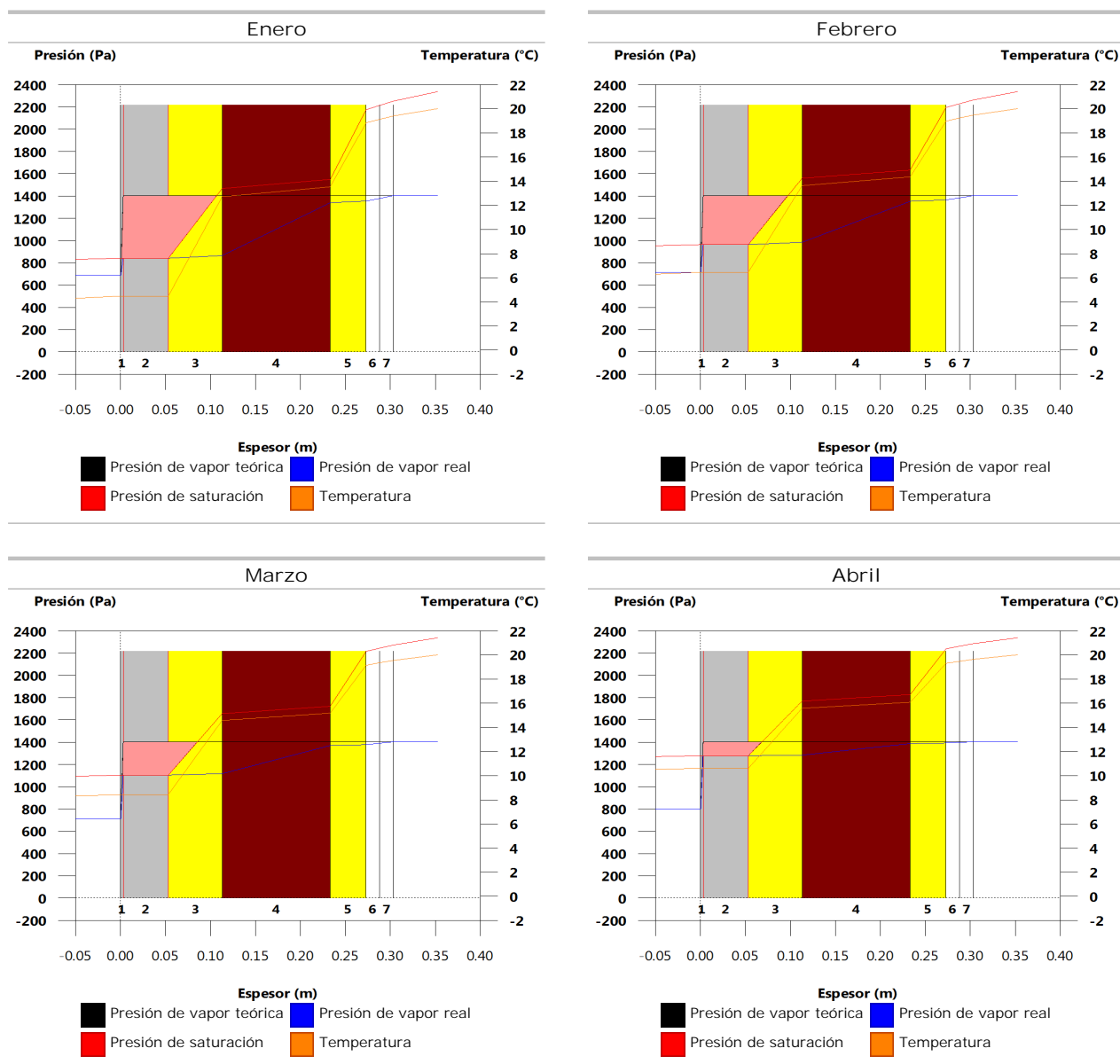
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

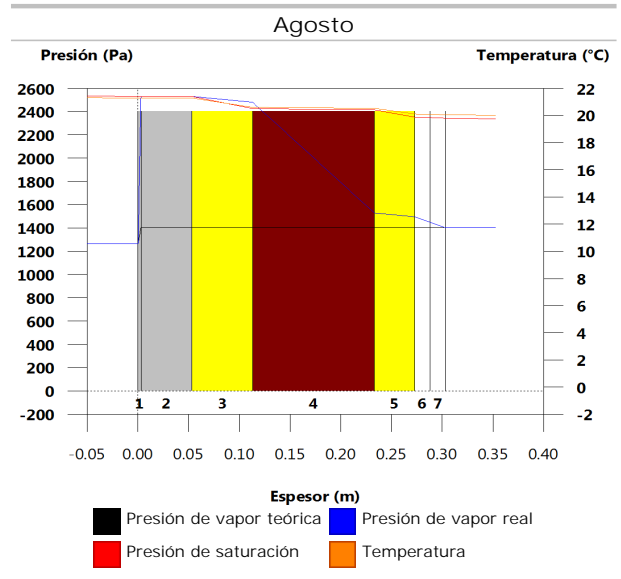
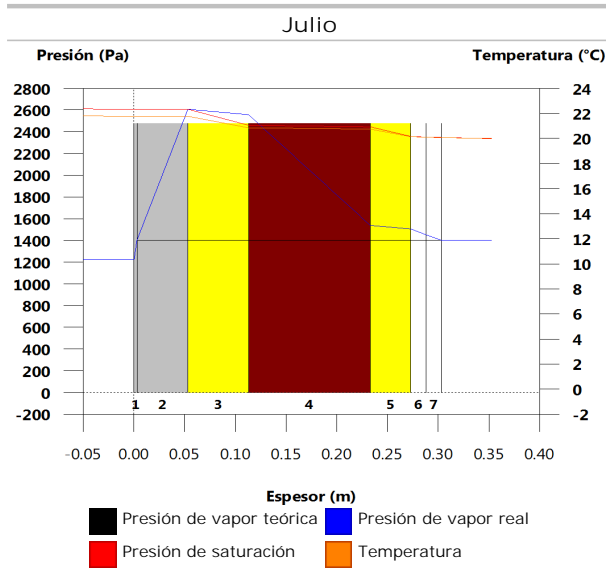
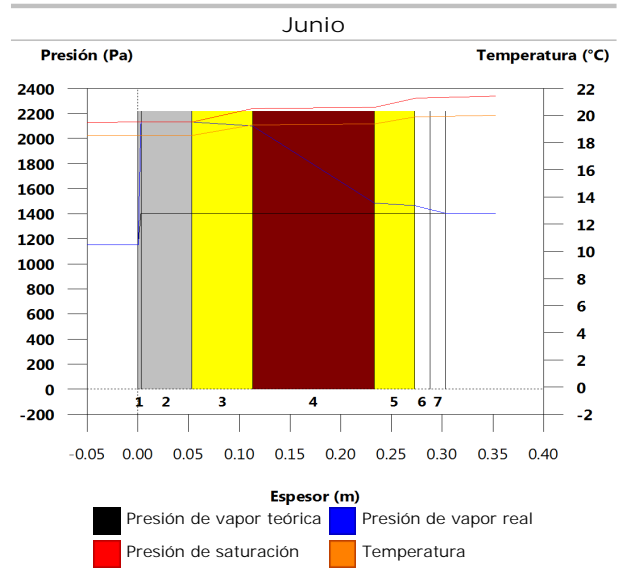
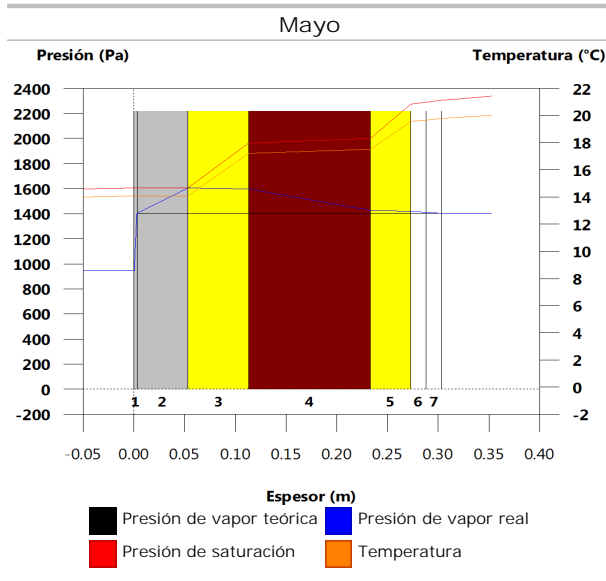
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

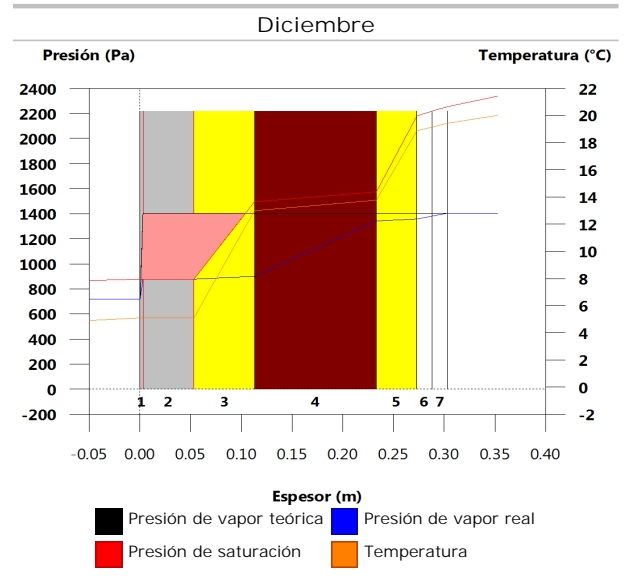
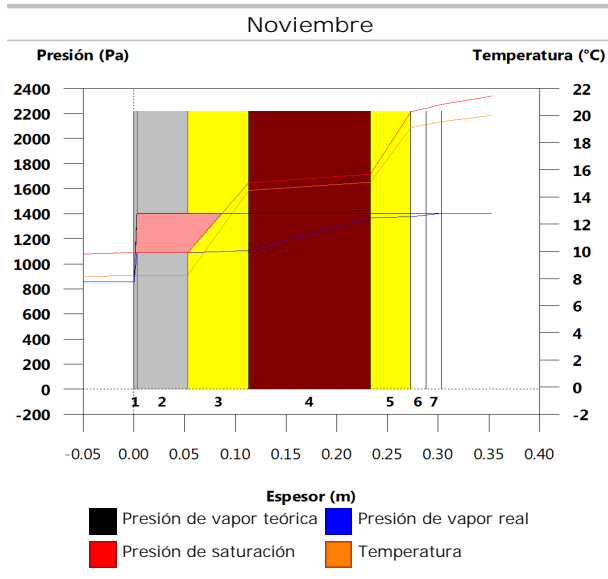
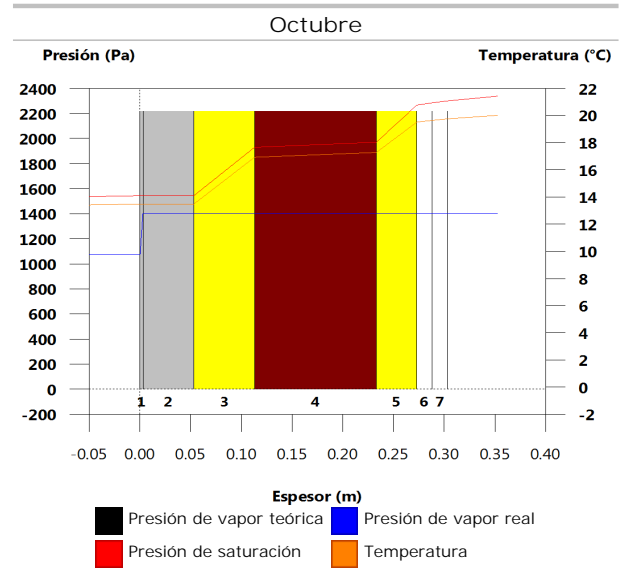
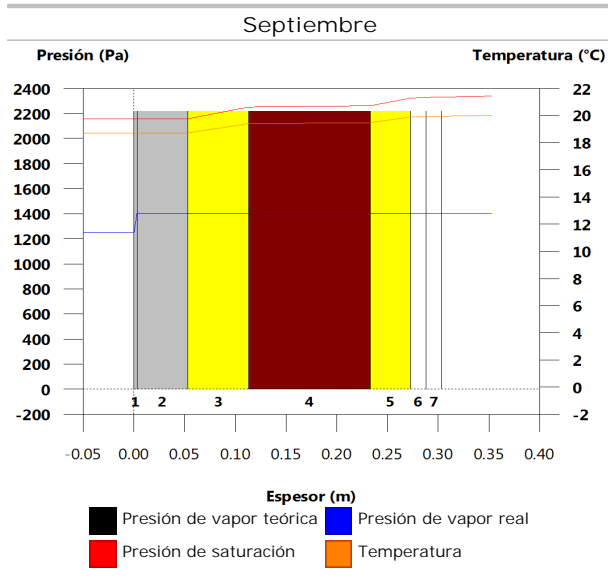
10.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



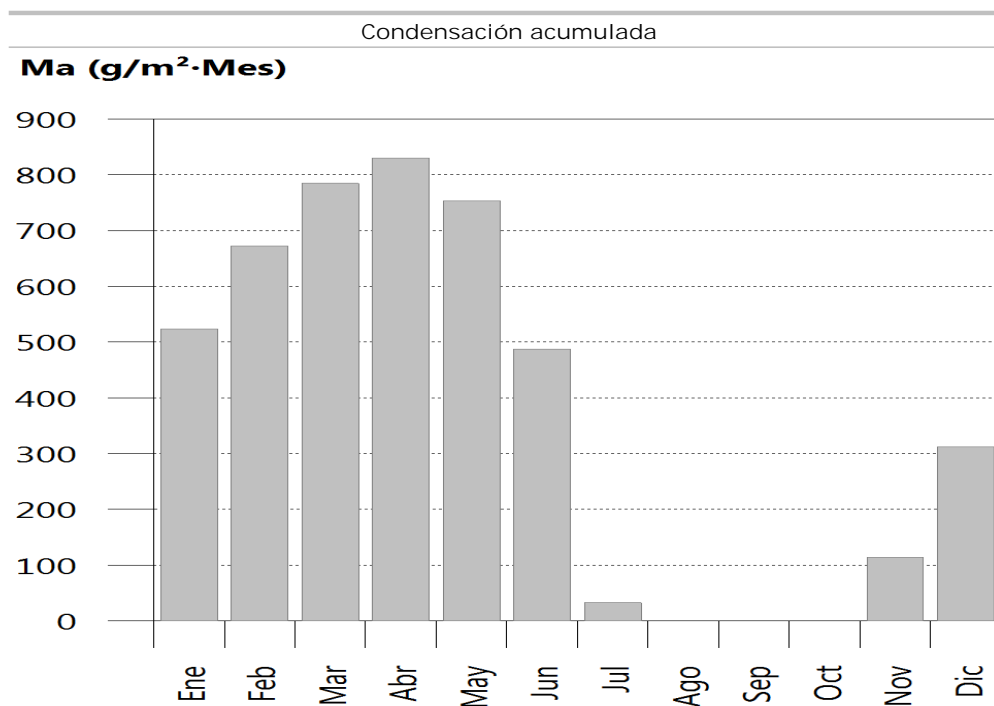
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



10.2. FAC ESTE

10.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

10.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

10.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

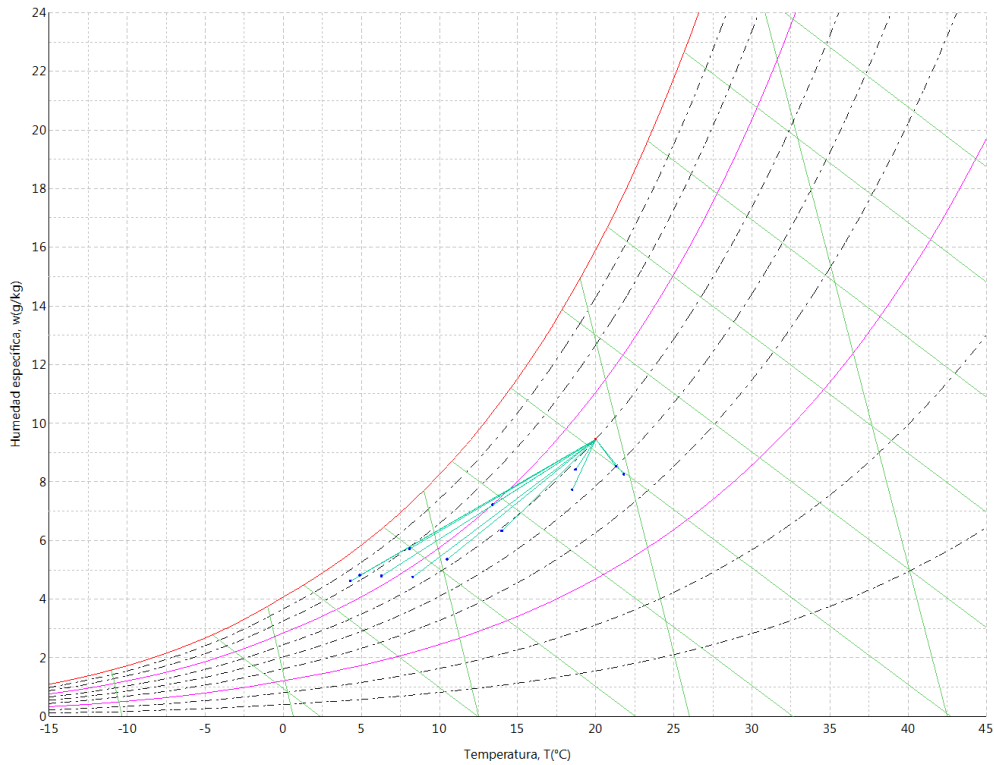
10.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

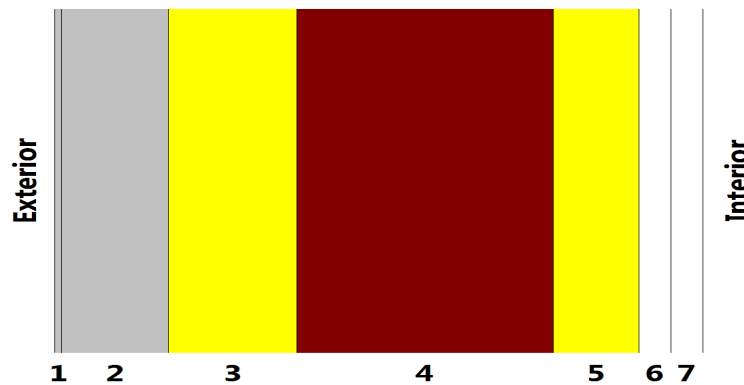
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



10.2.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC ESTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

10.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

10.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC ESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

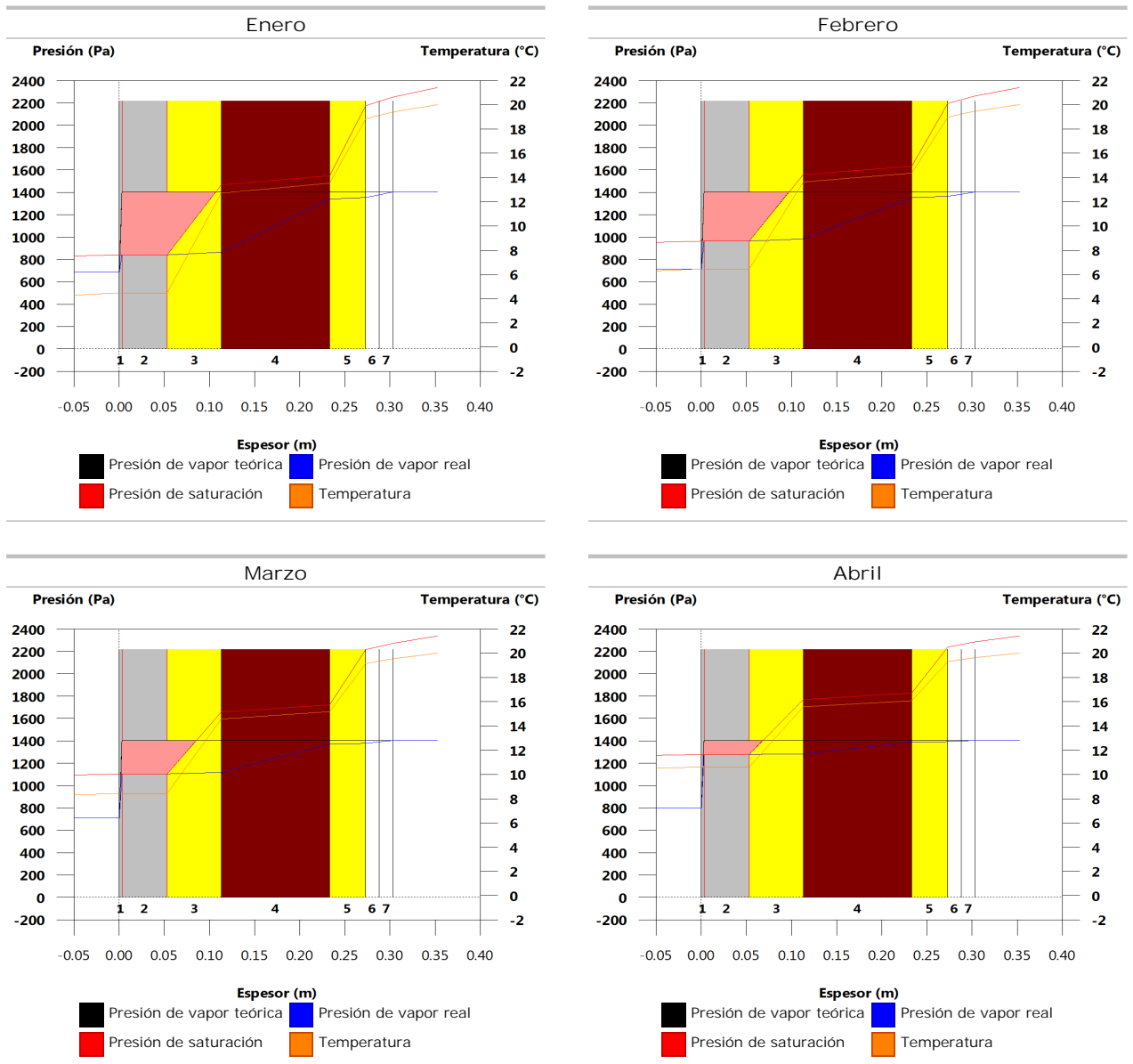
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_b (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

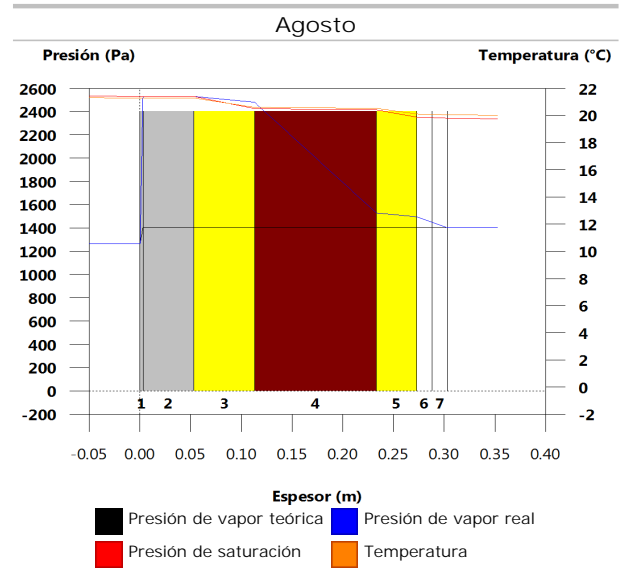
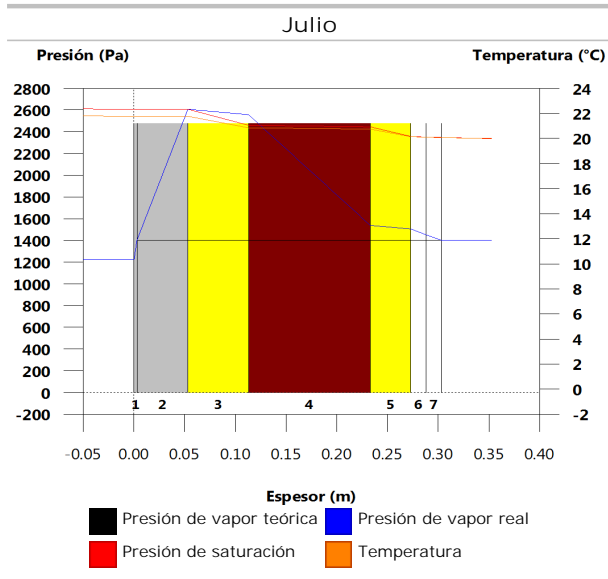
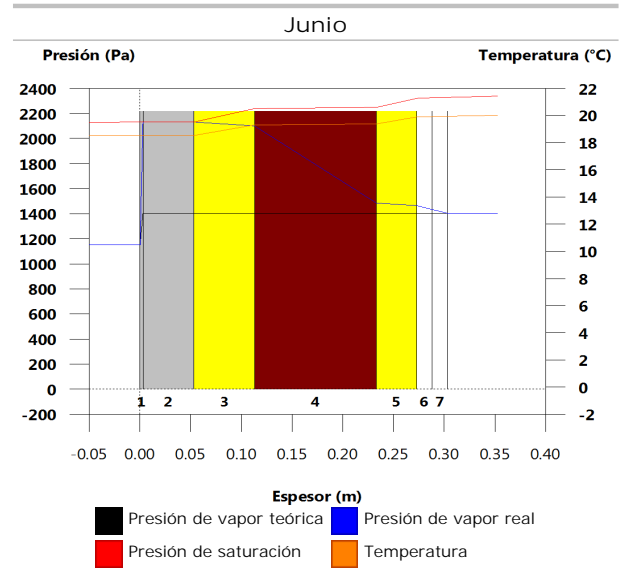
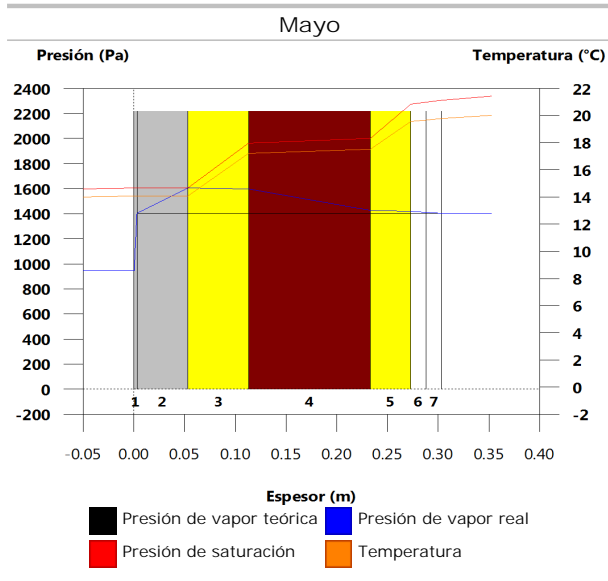
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_b : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

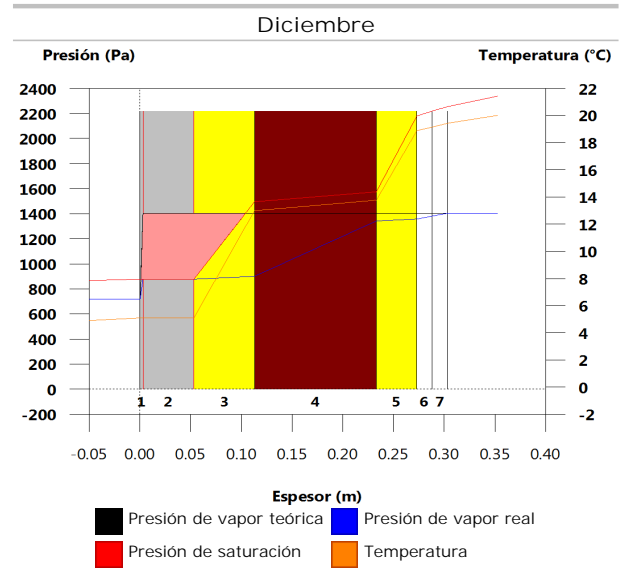
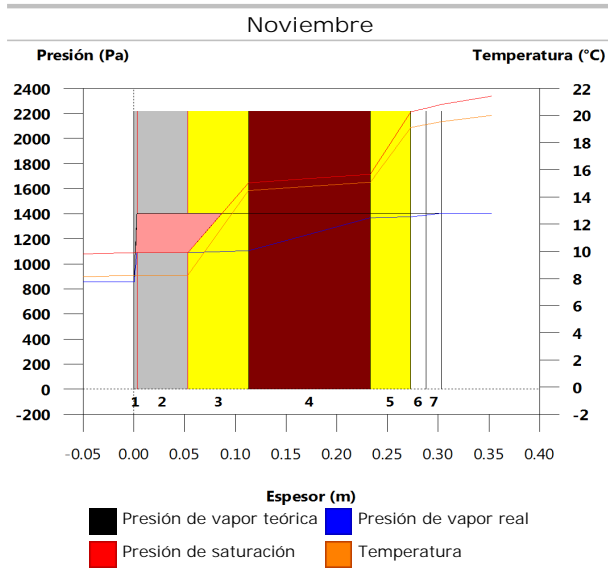
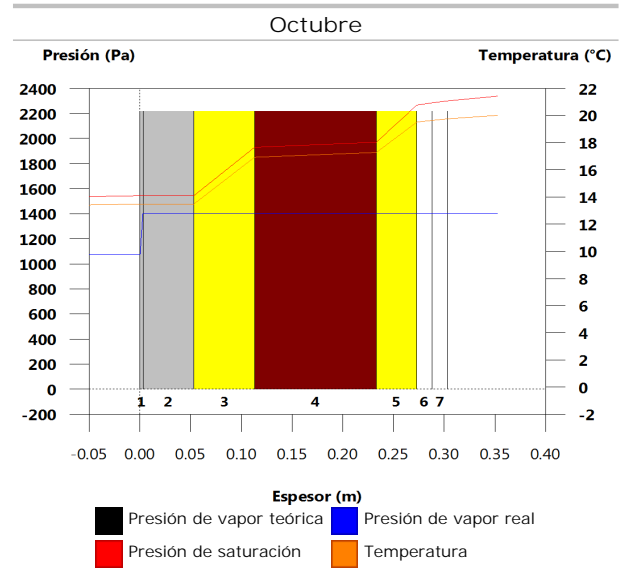
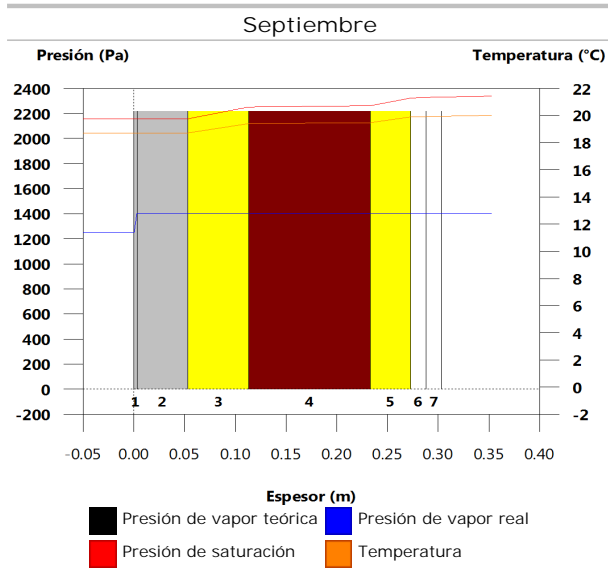
10.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



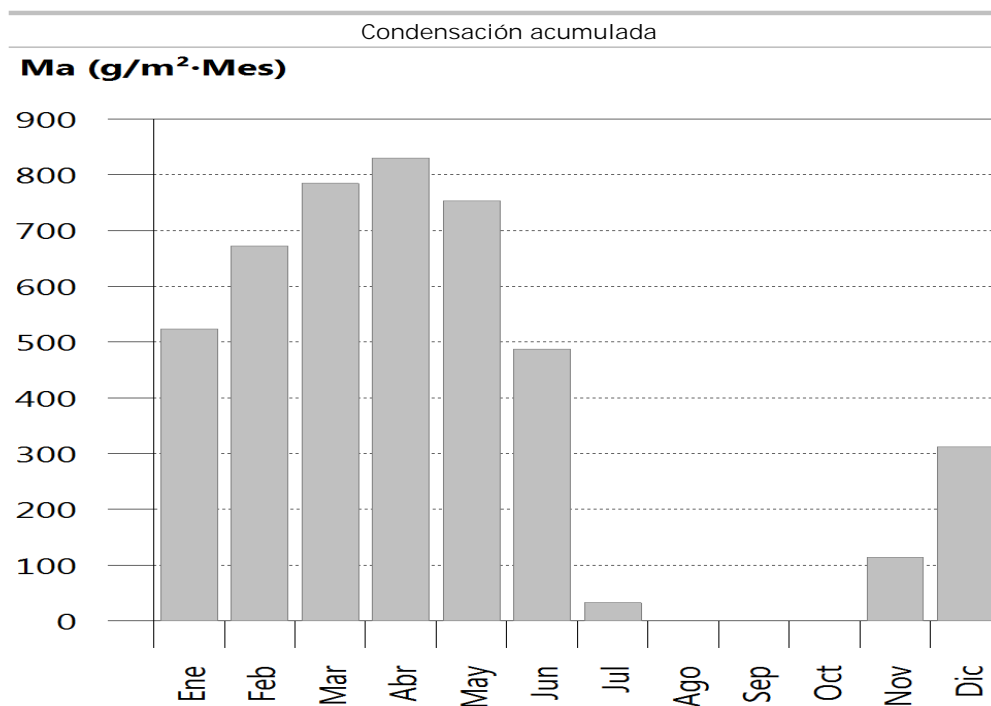
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



10.3. FAC OESTE

10.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

10.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.919^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.324 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

10.3.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

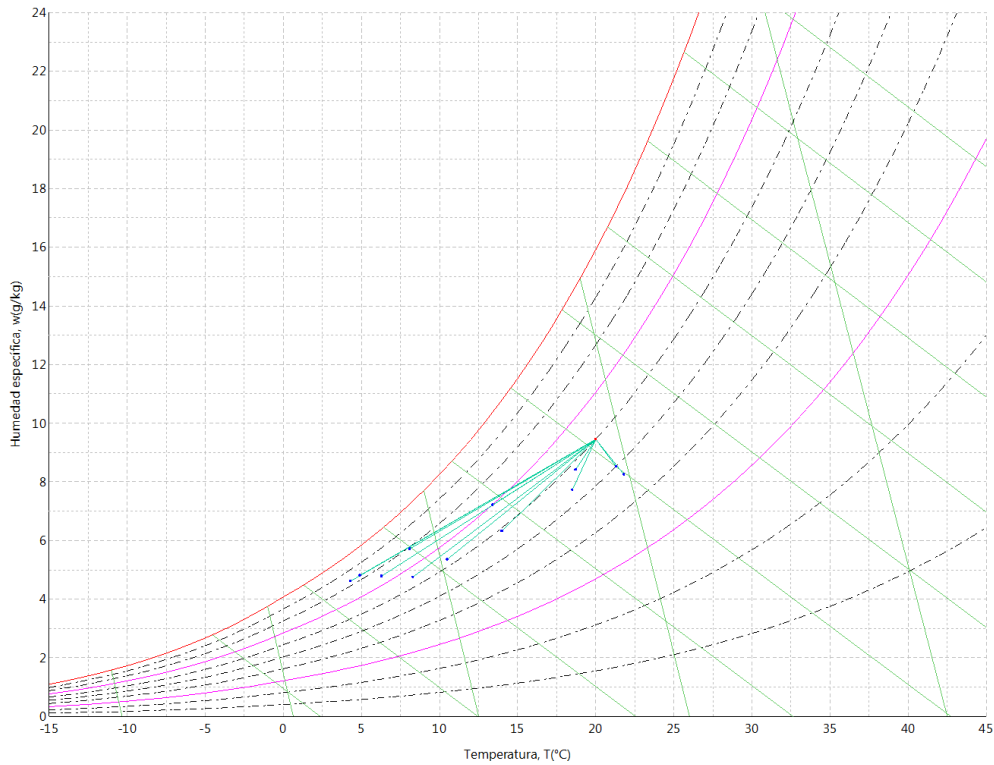
10.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

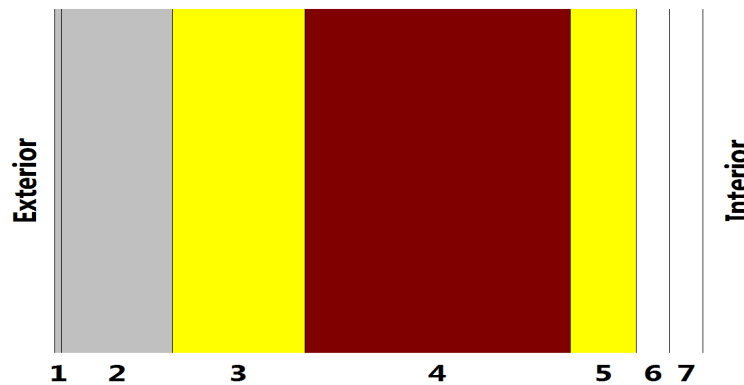
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



10.3.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC OESTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R : Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a : Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	29.3
Resistencia térmica total, R_T	m ² ·K/W	3.0883
Espesor de aire equivalente total, $S_{d,T}$	m	3001.42
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.324
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.919

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , m²·K/W.
 $S_{d,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U : Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.324$ W/m²·K y $R_{si} = 0.25$ m²·K/W.

10.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.919 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

10.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.50	842.098	689.042	81.8	--	--
Interfase 1-2	4.50	842.106	842.106	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.50	842.106	842.106	100.0	212.777	526.466
Interfase 3-4	13.47	1544.065	865.938	56.1	--	--
Interfase 4-5	14.37	1636.678	1342.589	82.0	--	--
Interfase 5-6	18.73	2159.309	1354.506	62.7	--	--
Interfase 6-7	19.03	2200.829	1378.338	62.6	--	--
Cara interior	19.34	2243.045	1402.171	62.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.48	965.972	715.662	74.1	--	--
Interfase 1-2	6.48	965.980	965.980	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.48	965.980	965.980	100.0	149.678	676.144
Interfase 3-4	14.31	1629.718	984.542	60.4	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.162	1355.767	79.1	--	--
Interfase 5-6	18.89	2181.261	1365.048	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.16	2217.774	1383.609	62.4	--	--
Cara interior	19.42	2254.821	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.45	1105.628	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.45	1105.636	1105.636	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.45	1105.636	1105.636	100.0	112.658	788.802
Interfase 3-4	15.14	1719.510	1118.255	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.81	1794.844	1370.624	76.4	--	--
Interfase 5-6	19.05	2203.408	1376.934	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.28	2234.834	1389.552	62.2	--	--
Cara interior	19.51	2266.651	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.62	1279.498	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.62	1279.505	1279.505	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.62	1279.505	1279.505	100.0	45.099	833.901
Interfase 3-4	16.05	1823.265	1284.725	70.5	--	--
Interfase 4-5	16.59	1887.422	1389.121	73.6	--	--
Interfase 5-6	19.23	2227.996	1391.731	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.42	2253.732	1396.951	62.0	--	--
Cara interior	19.60	2279.727	1402.171	61.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.08	1605.805	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.08	1605.811	1401.953	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.08	1605.811	1605.811	100.0	-77.484	756.417
Interfase 3-4	17.51	1999.651	1597.145	79.9	--	--
Interfase 4-5	17.85	2043.334	1423.835	69.7	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.609	1419.502	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.63	2284.085	1410.836	61.8	--	--
Cara interior	19.75	2300.665	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.169	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.170	2131.170	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2131.170	2131.170	100.0	-268.024	488.393
Interfase 3-4	19.38	2248.273	2100.149	93.4	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.287	1479.724	65.5	--	--
Interfase 5-6	19.88	2319.444	1464.213	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.91	2323.635	1433.192	61.7	--	--
Cara interior	19.94	2327.833	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.657	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.654	1402.088	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.654	2606.654	100.0	-457.848	30.545
Interfase 3-4	20.75	2447.390	2555.400	104.4	--	--
Interfase 4-5	20.65	2431.941	1530.307	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.15	2358.112	1504.680	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.11	2353.018	1453.425	61.8	--	--
Cara interior	20.08	2347.934	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.141	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.139	2529.139	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.139	2529.139	100.0	-30.545	--
Interfase 3-4	20.54	2416.264	2481.183	102.7	--	--
Interfase 4-5	20.47	2405.222	1522.061	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.11	2352.217	1498.083	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.08	2348.545	1450.127	61.7	--	--
Cara interior	20.05	2344.879	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.656	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.657	1402.099	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.657	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.46	2259.924	1402.102	62.0	--	--
Interfase 4-5	19.53	2270.380	1402.163	61.8	--	--
Interfase 5-6	19.89	2321.772	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.92	2325.407	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.047	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1545.162	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1545.168	1402.016	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1545.168	1402.017	90.7	--	--
Interfase 3-4	17.26	1968.393	1402.024	71.2	--	--
Interfase 4-5	17.63	2015.832	1402.154	69.6	--	--
Interfase 5-6	19.47	2260.775	1402.158	62.0	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.856	1402.164	61.5	--	--
Cara interior	19.72	2297.064	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.25	1090.906	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.25	1090.913	1090.913	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.25	1090.913	1090.913	100.0	114.437	114.437
Interfase 3-4	15.05	1710.340	1104.158	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.73	1786.629	1369.058	76.6	--	--
Interfase 5-6	19.04	2201.184	1375.681	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.27	2233.123	1388.926	62.2	--	--
Cara interior	19.50	2265.466	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC OESTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.10	877.698	718.612	81.9	--	--
Interfase 1-2	5.10	877.706	877.706	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.10	877.706	877.706	100.0	199.252	313.689
Interfase 3-4	13.72	1569.336	900.024	57.4	--	--
Interfase 4-5	14.59	1659.594	1346.377	81.1	--	--
Interfase 5-6	18.78	2165.875	1357.535	62.7	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.901	1379.853	62.6	--	--
Cara interior	19.36	2246.572	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

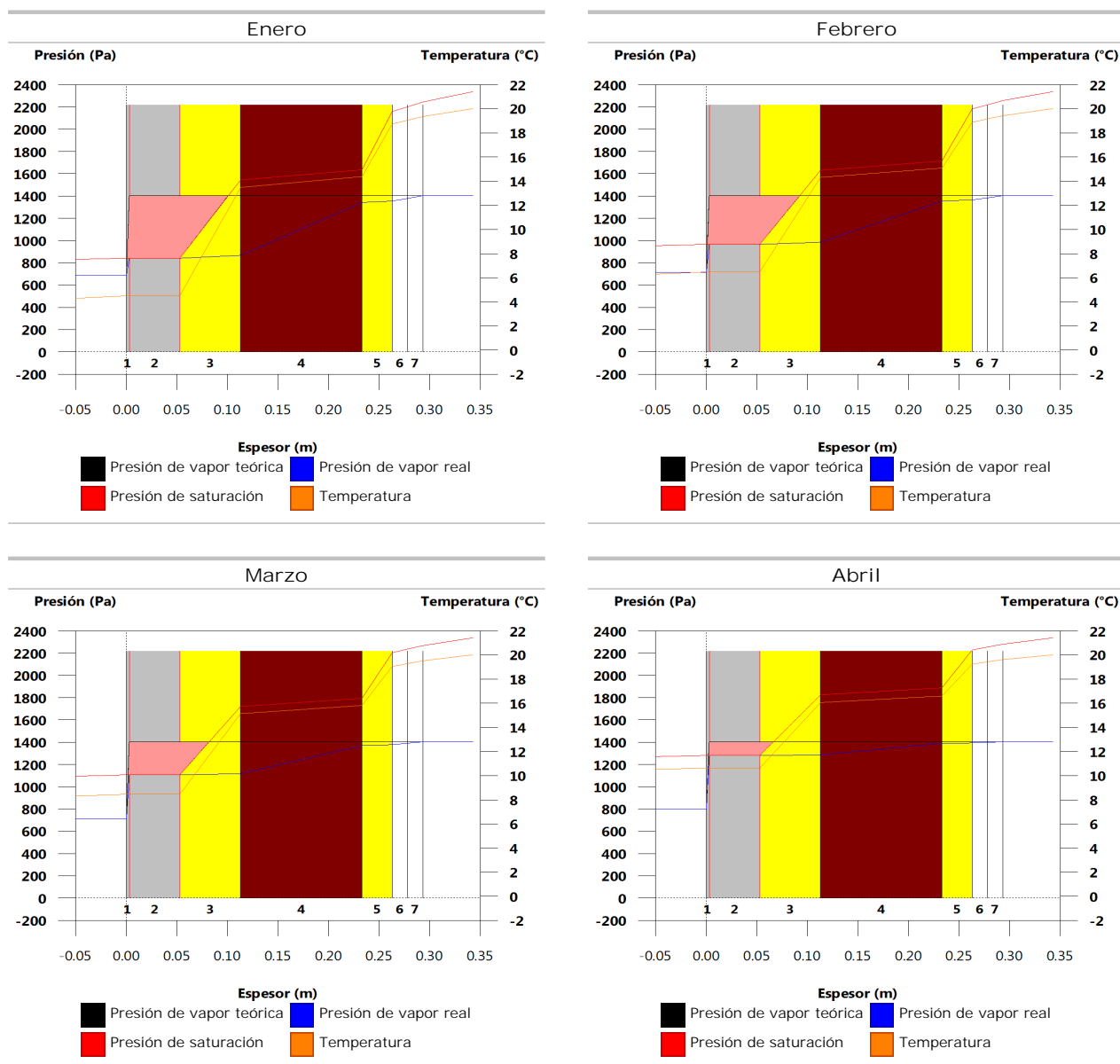
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	212.777	149.678	112.658	45.099	0.036	--	0.215	--	--	--	114.437	199.252
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	77.484	268.060	457.848	30.760	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	526.466	676.144	788.802	833.901	756.453	488.393	30.760	--	--	--	114.437	313.689

donde:

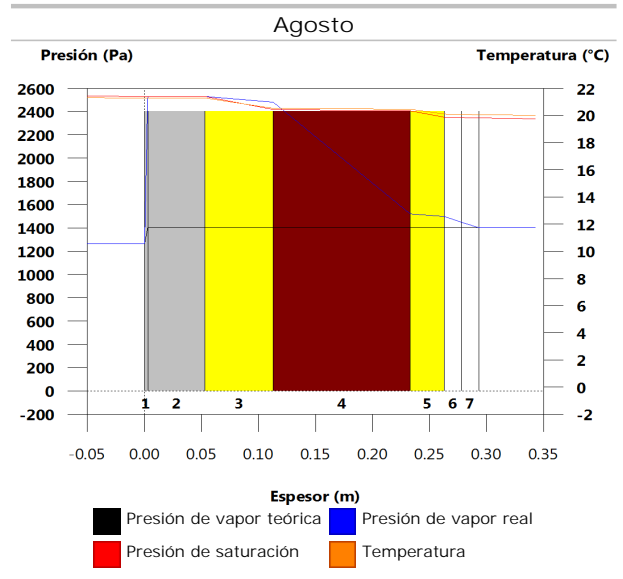
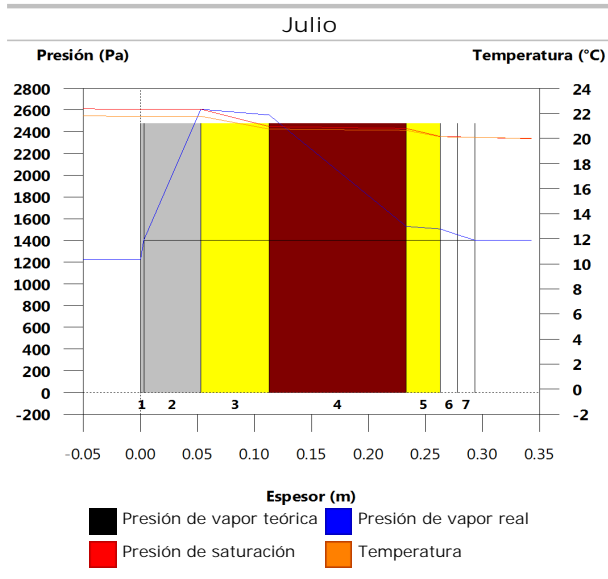
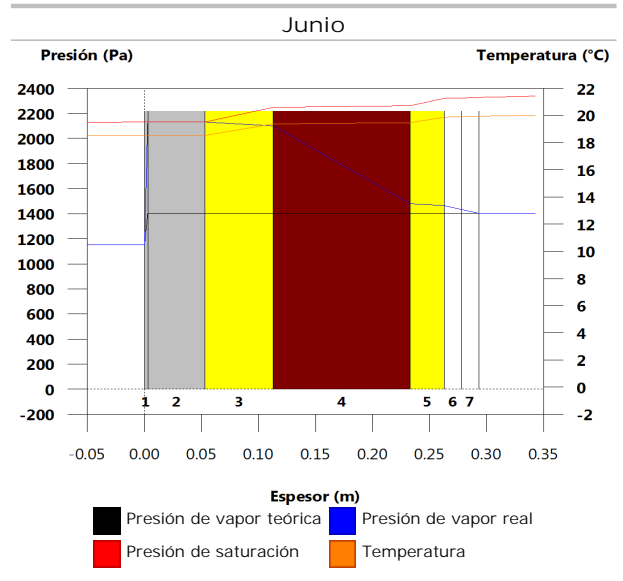
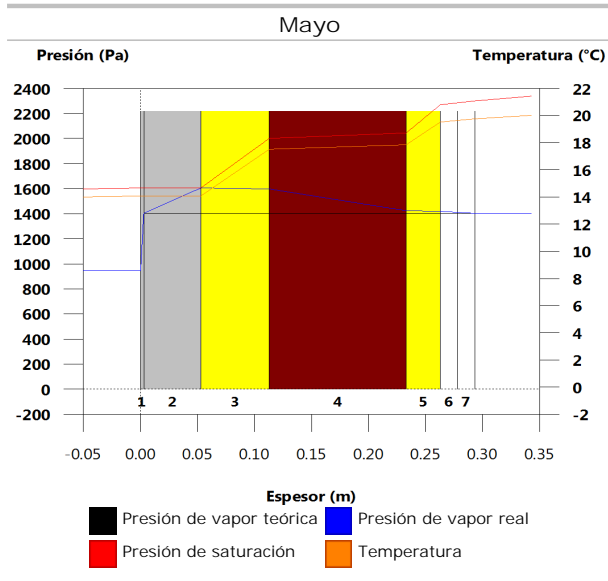
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

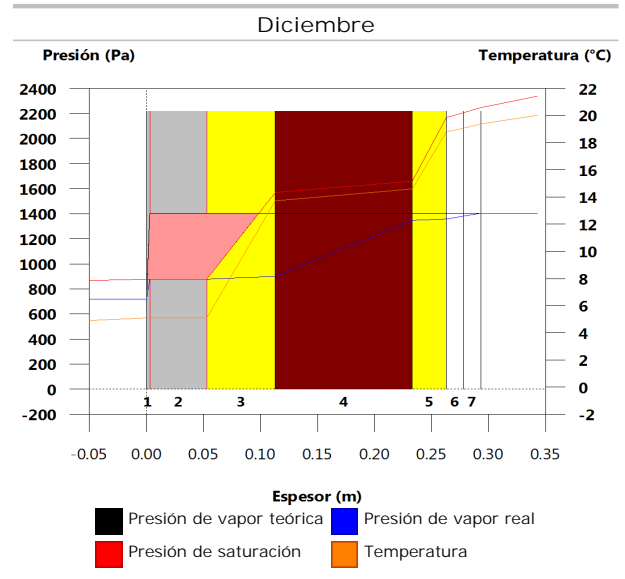
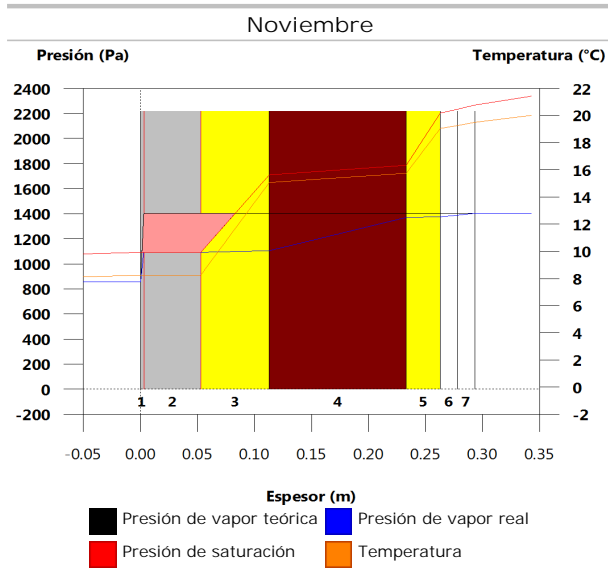
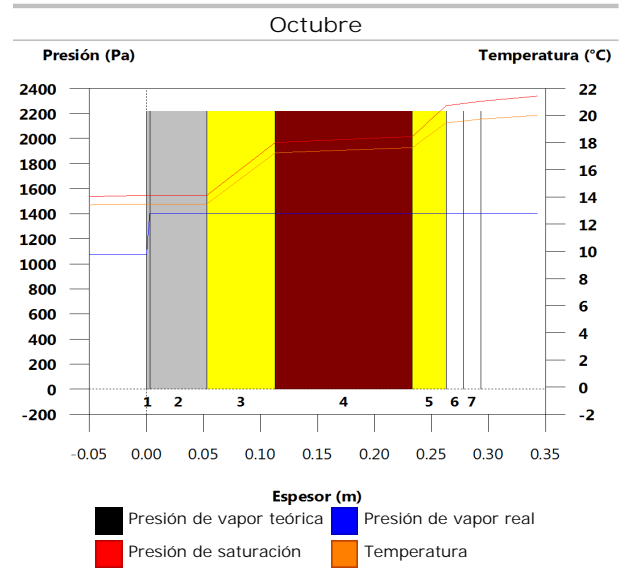
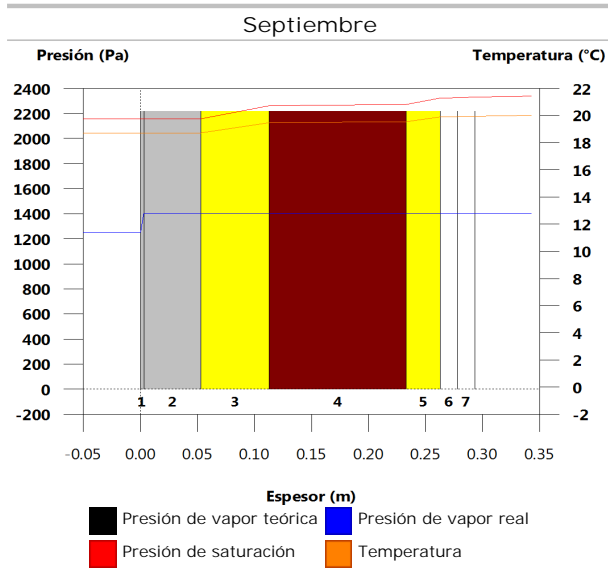
10.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



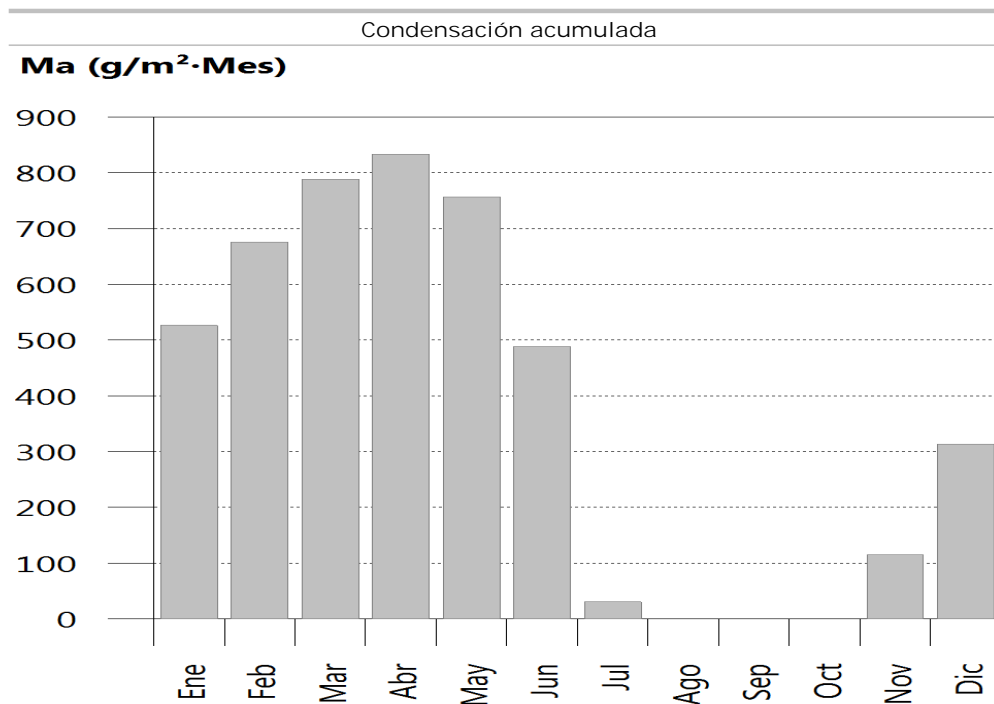
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



10.4. FAC NORTE

10.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones

10.4.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.926^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

10.4.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

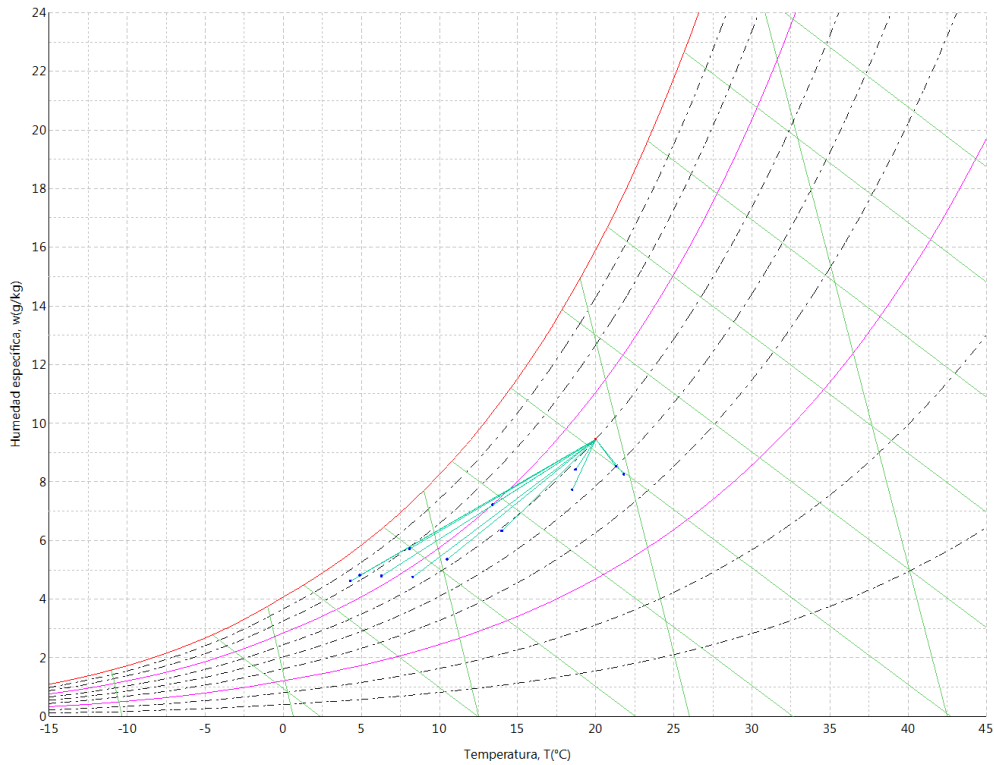
10.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

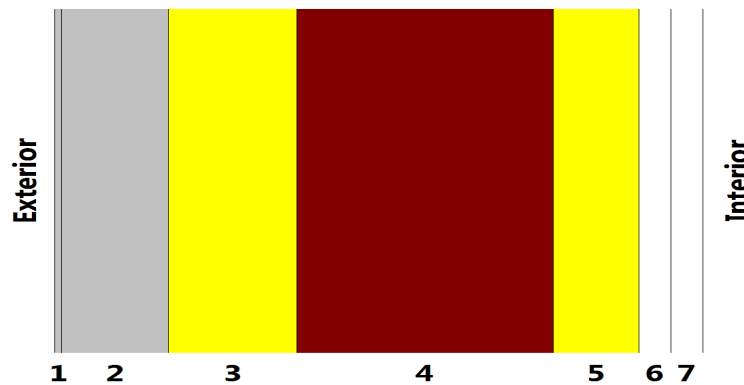
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



10.4.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC NORTE		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- I: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	30.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.3741
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.43
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.296
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.926

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.296 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

10.4.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.926 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

10.4.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.49	841.082	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.49	841.090	841.090	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.49	841.090	841.090	100.0	211.662	523.877
Interfase 3-4	12.70	1467.612	864.797	58.9	--	--
Interfase 4-5	13.52	1548.522	1338.950	86.5	--	--
Interfase 5-6	18.84	2173.880	1354.755	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.12	2212.080	1378.463	62.3	--	--
Cara interior	19.40	2250.867	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.972	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.979	964.979	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.979	964.979	100.0	148.965	672.843
Interfase 3-4	13.63	1559.560	983.452	63.1	--	--
Interfase 4-5	14.34	1633.795	1352.910	82.8	--	--
Interfase 5-6	18.98	2194.084	1365.225	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.23	2227.656	1383.698	62.1	--	--
Cara interior	19.47	2261.677	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.666	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.673	1104.673	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.673	1104.673	100.0	112.228	785.070
Interfase 3-4	14.56	1656.526	1117.244	67.4	--	--
Interfase 4-5	15.17	1723.160	1368.650	79.4	--	--
Interfase 5-6	19.13	2214.452	1377.030	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.34	2243.327	1389.600	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.532	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.609	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.616	1278.616	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.616	1278.616	100.0	45.106	830.177
Interfase 3-4	15.58	1769.258	1283.836	72.6	--	--
Interfase 4-5	16.08	1826.384	1388.249	76.0	--	--
Interfase 5-6	19.30	2237.047	1391.729	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.47	2260.677	1396.950	61.8	--	--
Cara interior	19.63	2284.525	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1605.120	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1605.125	1401.952	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1605.125	1605.125	100.0	-76.681	753.496
Interfase 3-4	17.21	1962.485	1596.550	81.4	--	--
Interfase 4-5	17.52	2001.786	1425.039	71.2	--	--
Interfase 5-6	19.56	2273.410	1419.322	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.66	2288.521	1410.746	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2303.719	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.949	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.951	2130.951	100.0	-266.056	487.440
Interfase 3-4	19.30	2237.914	2100.157	93.8	--	--
Interfase 4-5	19.38	2248.865	1484.287	66.0	--	--
Interfase 5-6	19.89	2320.922	1463.758	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.92	2324.760	1432.964	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.604	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2606.971	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2606.969	1402.087	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2606.969	2606.969	100.0	-454.744	32.696
Interfase 3-4	20.84	2460.837	2556.062	103.9	--	--
Interfase 4-5	20.74	2446.626	1537.923	62.9	--	--
Interfase 5-6	20.13	2356.314	1503.985	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.10	2351.654	1453.078	61.8	--	--
Cara interior	20.07	2347.002	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.362	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.361	2529.361	100.0	-32.696	--
Interfase 3-4	20.60	2425.862	2481.733	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.54	2415.718	1529.178	63.3	--	--
Interfase 5-6	20.10	2350.921	1497.426	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.07	2347.562	1449.798	61.8	--	--
Cara interior	20.05	2344.206	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.463	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.465	1402.098	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.465	1402.099	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2250.903	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.46	2260.439	1402.163	62.0	--	--
Interfase 5-6	19.90	2323.054	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.93	2326.383	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.715	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.433	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.439	1402.015	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.439	1402.016	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.93	1928.103	1402.023	72.7	--	--
Interfase 4-5	17.28	1970.709	1402.153	71.1	--	--
Interfase 5-6	19.51	2267.140	1402.158	61.8	--	--
Interfase 6-7	19.63	2283.726	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2300.418	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.938	852.829	78.2	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.945	1089.945	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.945	1089.945	100.0	113.984	113.984
Interfase 3-4	14.47	1646.597	1103.138	67.0	--	--
Interfase 4-5	15.09	1714.034	1366.990	79.8	--	--
Interfase 5-6	19.12	2212.407	1375.785	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.33	2241.756	1388.978	62.0	--	--
Cara interior	19.54	2271.444	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC NORTE	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.685	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.692	876.692	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.692	876.692	100.0	198.231	312.215
Interfase 3-4	12.98	1494.683	898.895	60.1	--	--
Interfase 4-5	13.77	1573.684	1342.962	85.3	--	--
Interfase 5-6	18.88	2179.924	1357.764	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.743	1379.967	62.3	--	--
Cara interior	19.42	2254.105	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

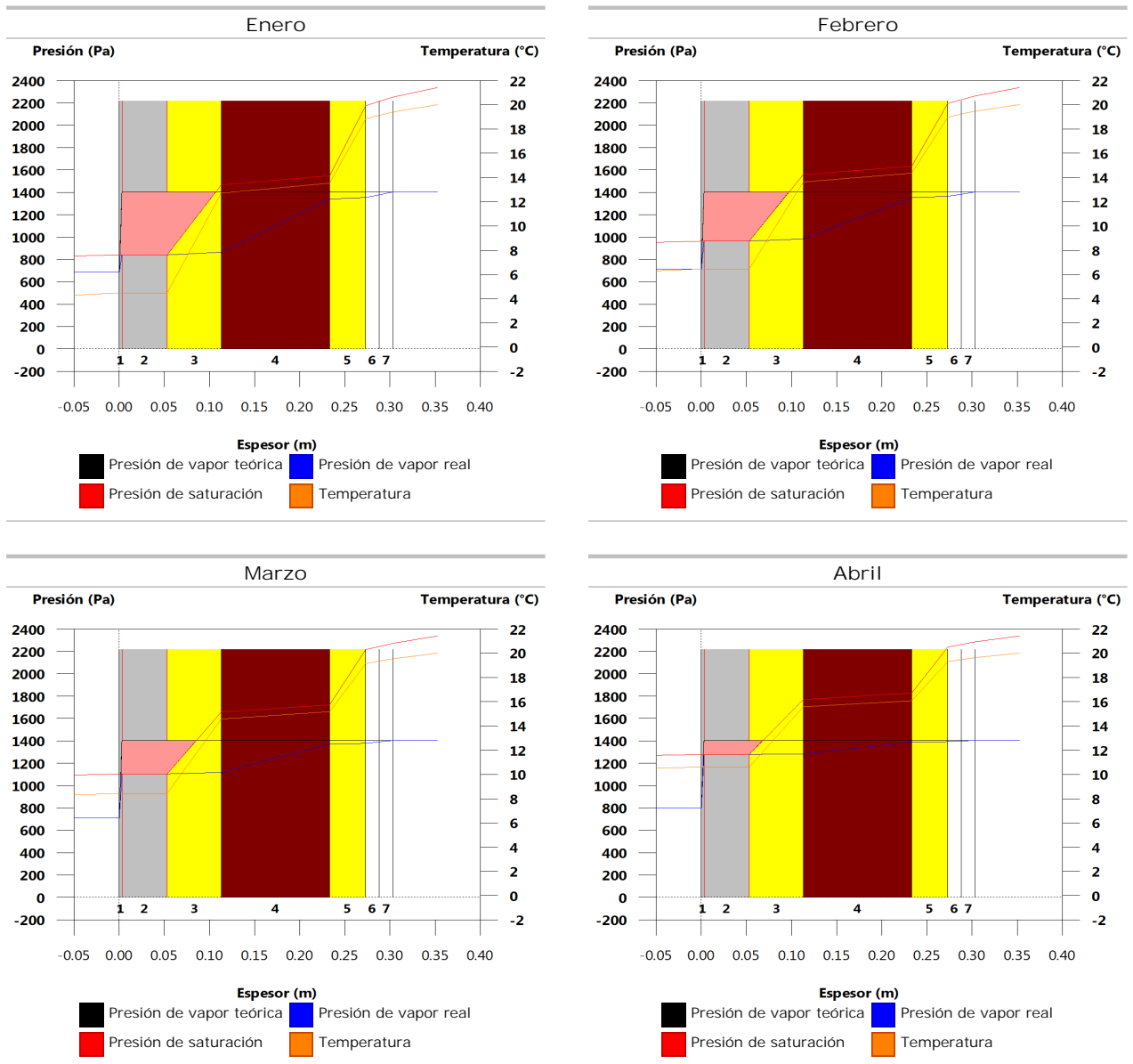
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	211.662	148.965	112.228	45.106	0.036	--	0.215	--	--	--	113.984	198.231
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	76.681	266.092	454.744	32.911	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	523.877	672.843	785.070	830.177	753.532	487.440	32.911	--	--	--	113.984	312.215

donde:

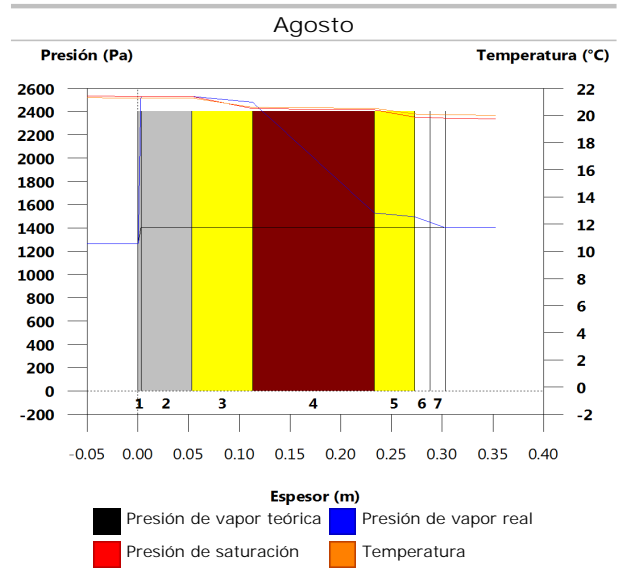
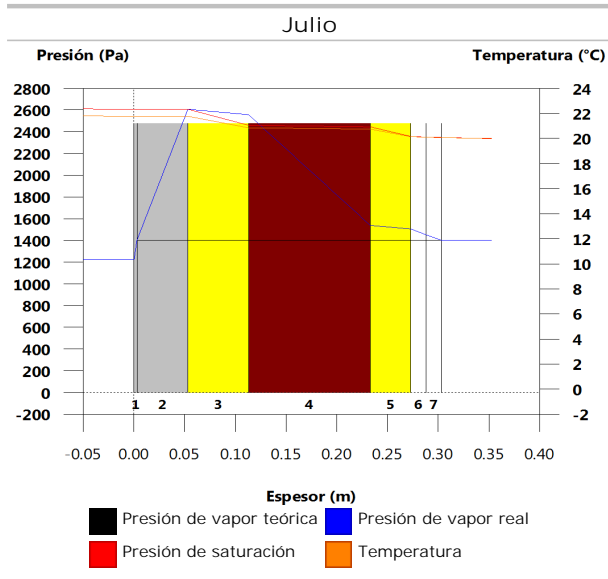
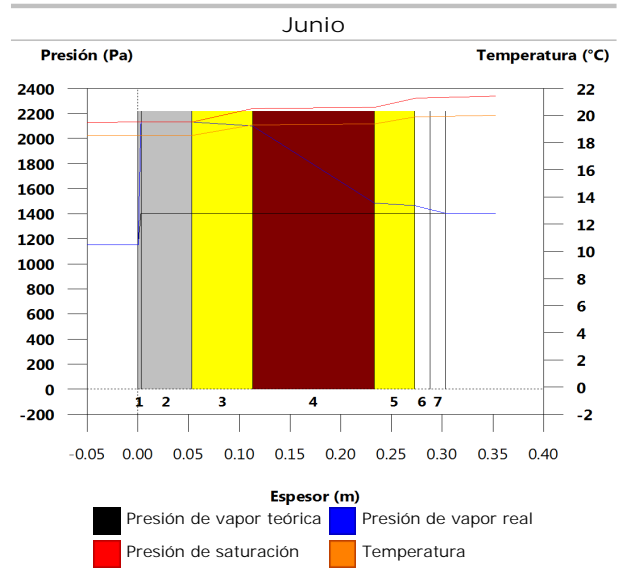
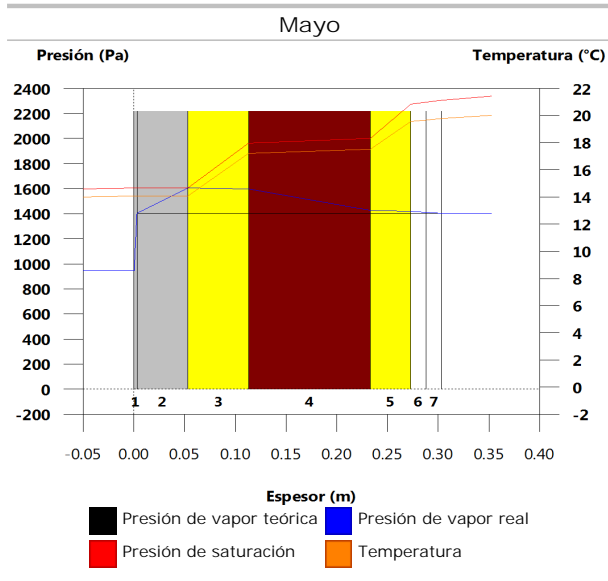
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

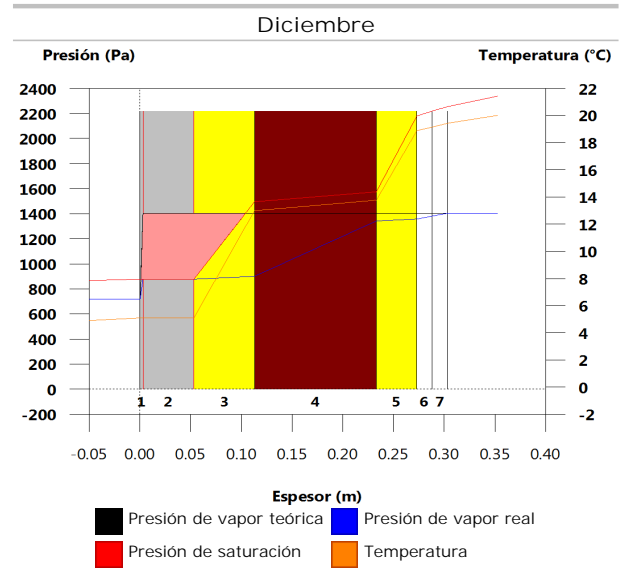
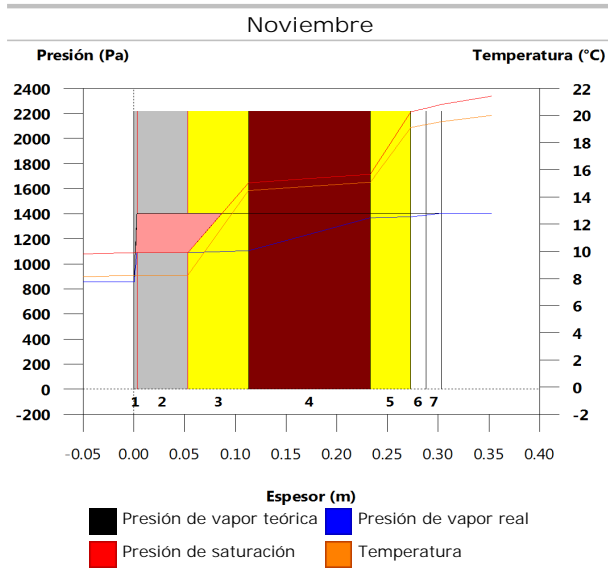
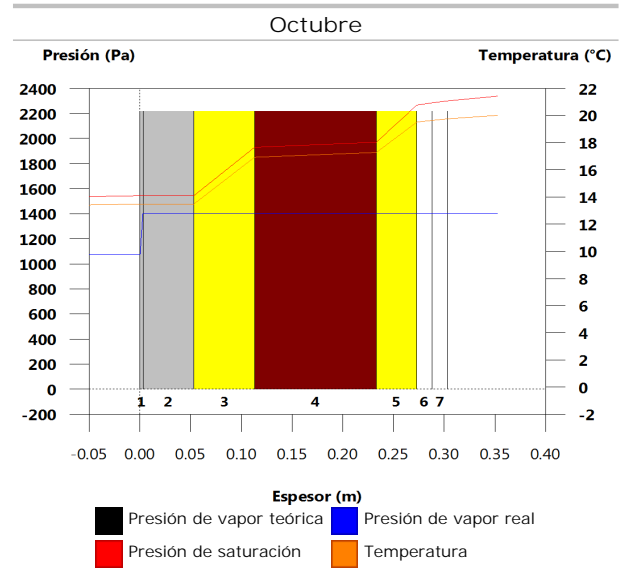
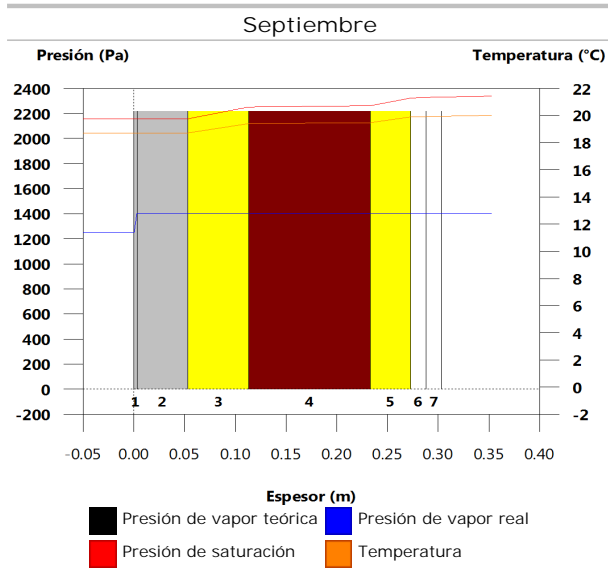
10.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



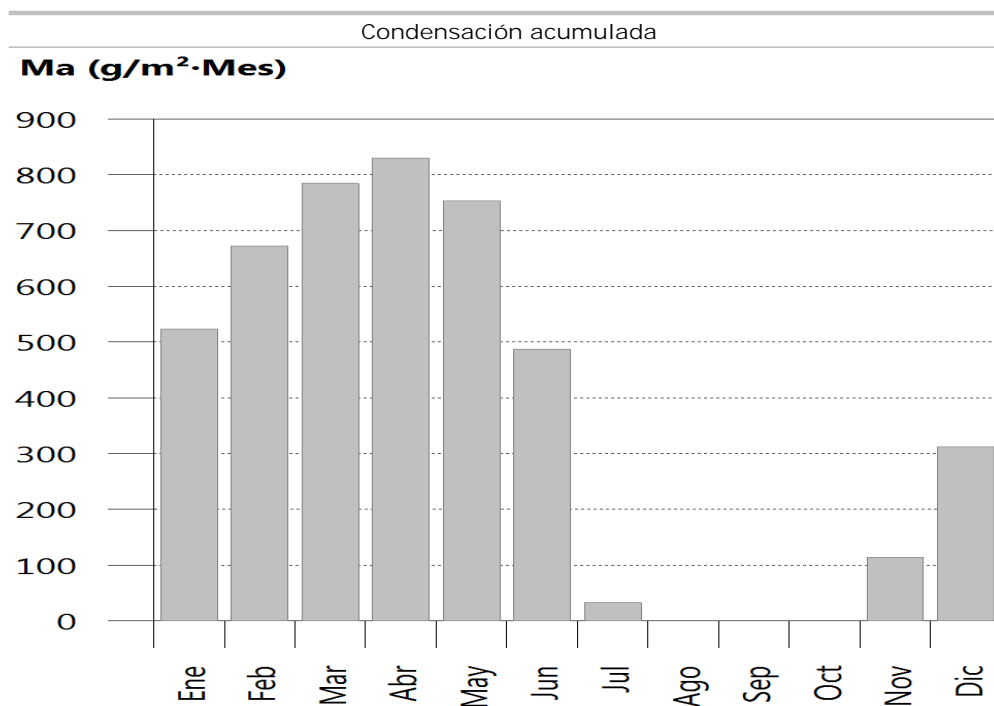
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



10.5. FAC Norte PB

10.5.1. Resultados del cálculo de condensaciones

10.5.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.929 \text{ }^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.286 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \in 0.8$.

10.5.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

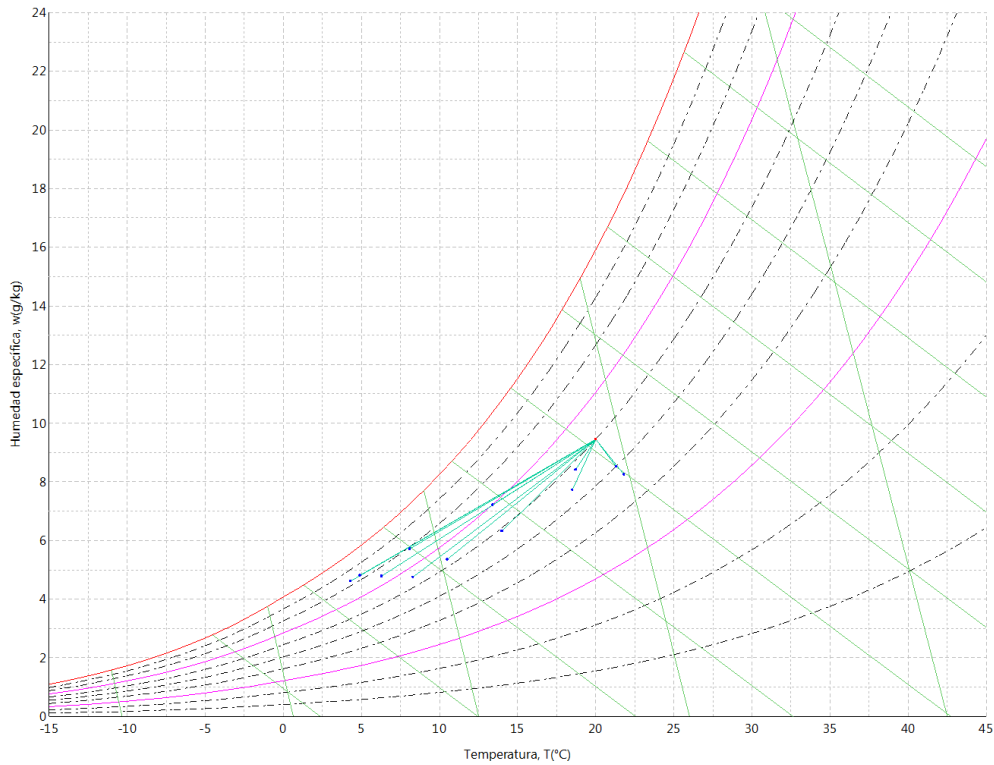
10.5.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

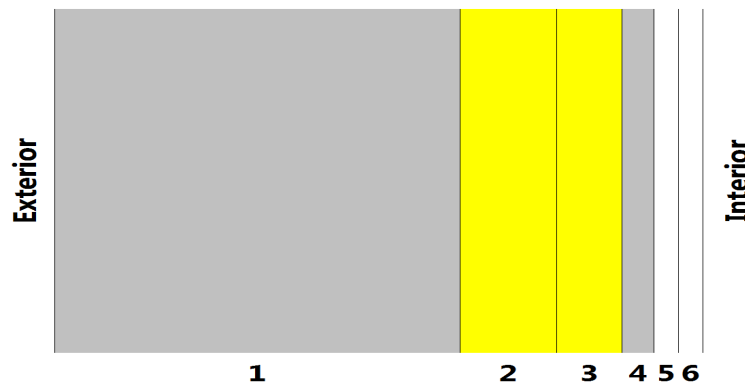
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



10.5.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC Norte PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R_{se}				0.04		
1	Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800	25.0	1.150	0.21739	60	15
2	ultracustic plus	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
3	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
4	Cámara de aire	2.0		0.08750		0.01
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R_{si}				0.13		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

Condensaciones

- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	40.0
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.5025
Espesor de aire equivalente total, S _{a,T}	m	15.23
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.286
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.929

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
 R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
 S_{a,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.286 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

10.5.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e³q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i: Temperatura del aire interior, °C.
 j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.929 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

10.5.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.48	840.680	689.042	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.45	899.868	899.868	100.0	1162.355	2810.531
Interfase 2-3	13.36	1532.993	1030.904	67.2	--	--
Interfase 3-4	18.49	2126.863	1118.261	52.6	--	--
Interfase 4-5	18.88	2179.677	1140.100	52.3	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.553	1271.135	57.3	--	--
Cara interior	19.42	2253.973	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.576	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	7.31	1022.628	1022.628	100.0	788.524	3599.055
Interfase 2-3	14.21	1619.583	1121.639	69.3	--	--
Interfase 3-4	18.68	2152.672	1187.647	55.2	--	--
Interfase 4-5	19.02	2199.183	1204.148	54.8	--	--
Interfase 5-6	19.26	2231.582	1303.160	58.4	--	--
Cara interior	19.49	2264.398	1402.171	61.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.43	1104.285	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	9.16	1159.902	1159.902	100.0	548.235	4147.290
Interfase 2-3	15.05	1710.434	1223.102	71.5	--	--
Interfase 3-4	18.87	2178.754	1265.236	58.1	--	--
Interfase 4-5	19.16	2218.841	1275.769	57.5	--	--
Interfase 5-6	19.37	2246.700	1338.970	59.6	--	--
Cara interior	19.57	2274.865	1402.171	61.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.257	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	11.20	1329.391	1329.391	100.0	145.726	4293.016
Interfase 2-3	15.98	1815.504	1348.377	74.3	--	--
Interfase 3-4	19.08	2207.764	1361.034	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.32	2240.642	1364.199	60.9	--	--
Interfase 5-6	19.48	2263.434	1383.185	61.1	--	--
Cara interior	19.65	2286.428	1402.171	61.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1604.849	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.44	1644.023	1644.023	100.0	-588.332	3704.683
Interfase 2-3	17.46	1994.333	1580.931	79.3	--	--
Interfase 3-4	19.42	2254.613	1538.870	68.3	--	--
Interfase 4-5	19.57	2275.713	1528.355	67.2	--	--
Interfase 5-6	19.67	2290.280	1465.263	64.0	--	--
Cara interior	19.78	2304.930	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.862	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.61	2143.317	2143.317	100.0	-1704.827	1999.856
Interfase 2-3	19.37	2246.799	1949.974	86.8	--	--
Interfase 3-4	19.86	2316.124	1821.079	78.6	--	--
Interfase 4-5	19.89	2321.508	1788.856	77.1	--	--
Interfase 5-6	19.92	2325.206	1595.513	68.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.910	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.096	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.67	2589.366	2589.366	100.0	-1999.856	--
Interfase 2-3	20.76	2449.296	2279.663	93.1	--	--
Interfase 3-4	20.17	2362.160	2073.194	87.8	--	--
Interfase 4-5	20.13	2355.601	2021.577	85.8	--	--
Interfase 5-6	20.10	2351.114	1711.874	72.8	--	--
Cara interior	20.07	2346.633	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2529.450	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.20	2516.969	1400.112	55.6	--	--
Interfase 2-3	20.55	2417.626	1400.649	57.9	--	--
Interfase 3-4	20.13	2355.134	1401.007	59.5	--	--
Interfase 4-5	20.09	2350.408	1401.097	59.6	--	--
Interfase 5-6	20.07	2347.172	1401.634	59.7	--	--
Cara interior	20.05	2343.940	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2157.387	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.80	2168.295	1399.875	64.6	--	--
Interfase 2-3	19.45	2258.641	1400.474	62.0	--	--
Interfase 3-4	19.87	2318.892	1400.873	60.4	--	--
Interfase 4-5	19.91	2323.562	1400.973	60.3	--	--
Interfase 5-6	19.93	2326.769	1401.572	60.2	--	--
Cara interior	19.95	2329.980	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.145	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.89	1585.849	1397.239	88.1	--	--
Interfase 2-3	17.21	1962.623	1398.525	71.3	--	--
Interfase 3-4	19.36	2246.521	1399.383	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.53	2269.667	1399.598	61.7	--	--
Interfase 5-6	19.64	2285.659	1400.884	61.3	--	--
Cara interior	19.76	2301.749	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.555	852.829	78.3	--	--
Interfase 1-2	8.97	1145.481	1145.481	100.0	568.442	568.442
Interfase 2-3	14.97	1701.153	1212.443	71.3	--	--
Interfase 3-4	18.85	2176.134	1257.085	57.8	--	--
Interfase 4-5	19.15	2216.868	1268.246	57.2	--	--
Interfase 5-6	19.35	2245.185	1335.208	59.5	--	--
Cara interior	19.56	2273.817	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC Norte PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.07	876.283	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	6.01	935.254	935.254	100.0	1079.733	1648.176
Interfase 2-3	13.62	1558.533	1057.058	67.8	--	--
Interfase 3-4	18.54	2134.577	1138.261	53.3	--	--
Interfase 4-5	18.92	2185.513	1158.562	53.0	--	--
Interfase 5-6	19.18	2221.052	1280.366	57.6	--	--
Cara interior	19.44	2257.096	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	1162.355	788.524	548.235	145.726	--	--	--	--	--	--	568.442	1079.733

Condensaciones

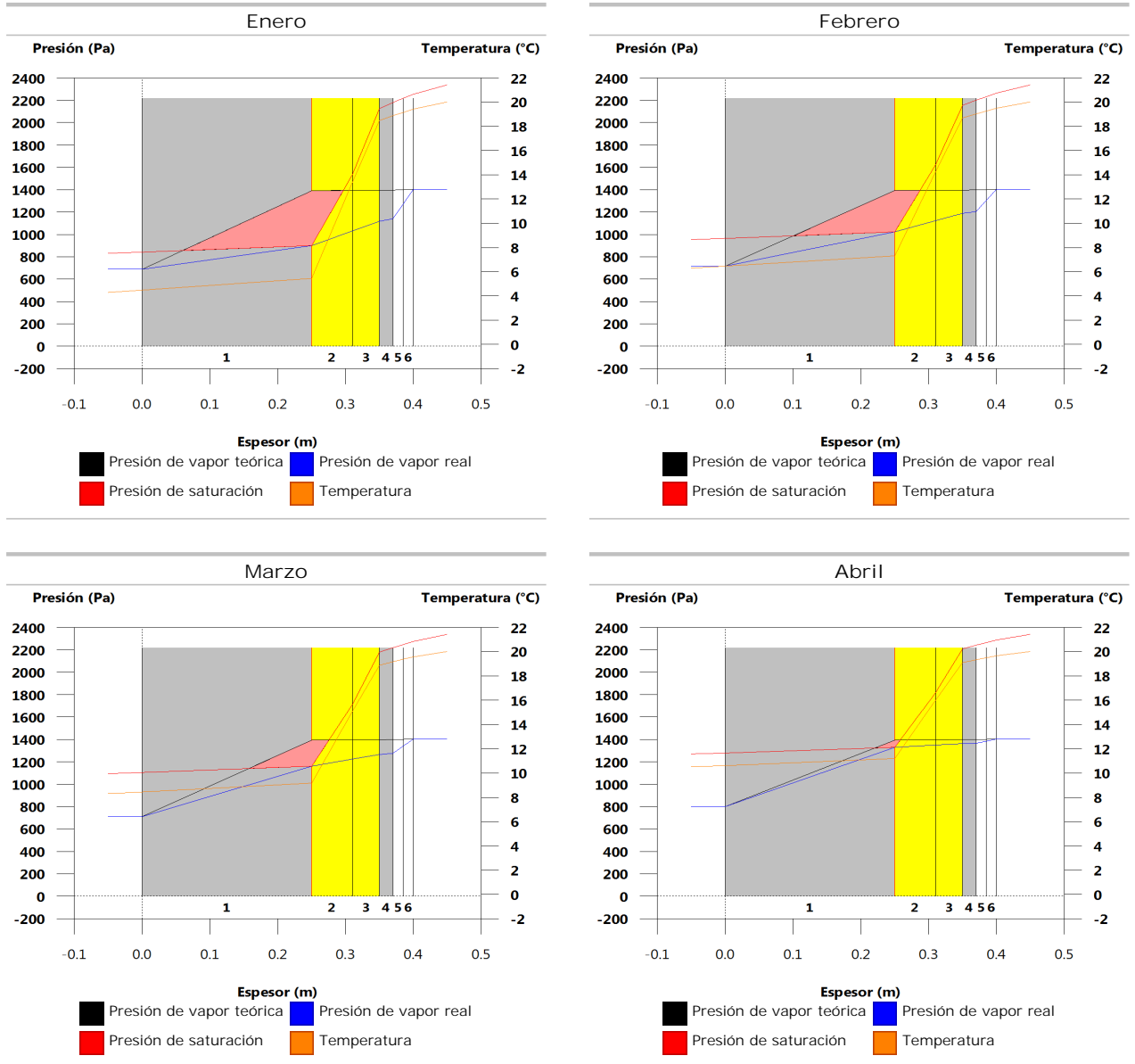
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
g_{ev} (g/(m ² ·mes))	--	--	--	--	588.332	1704.827	1999.856	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	2810.531	3599.055	4147.290	4293.016	3704.683	1999.856	--	--	--	--	568.442	1648.176

donde:

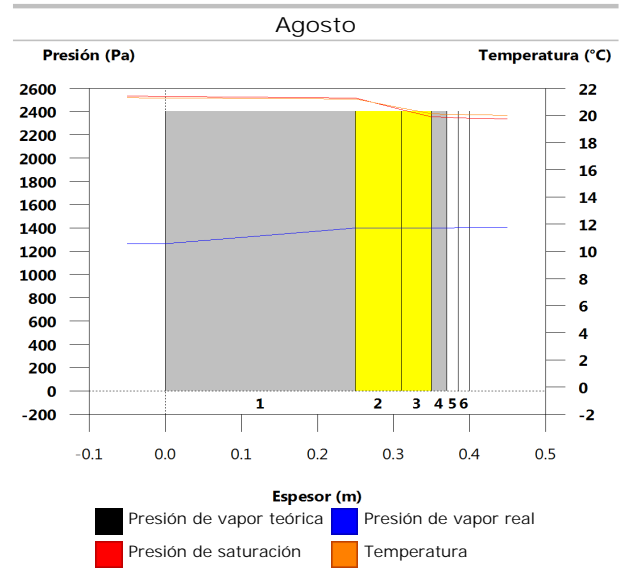
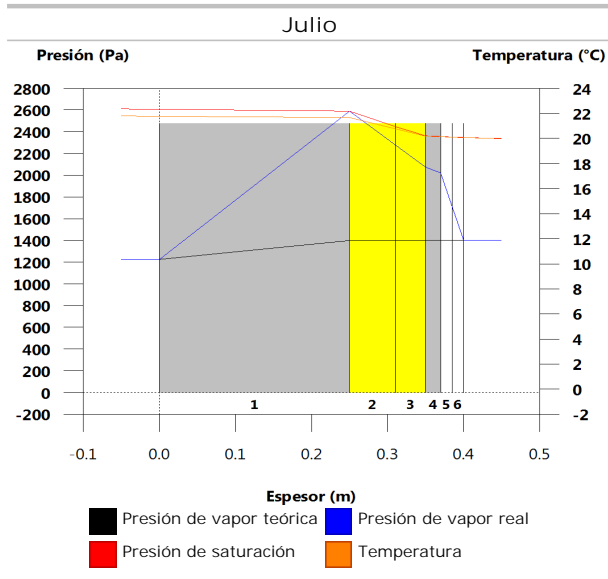
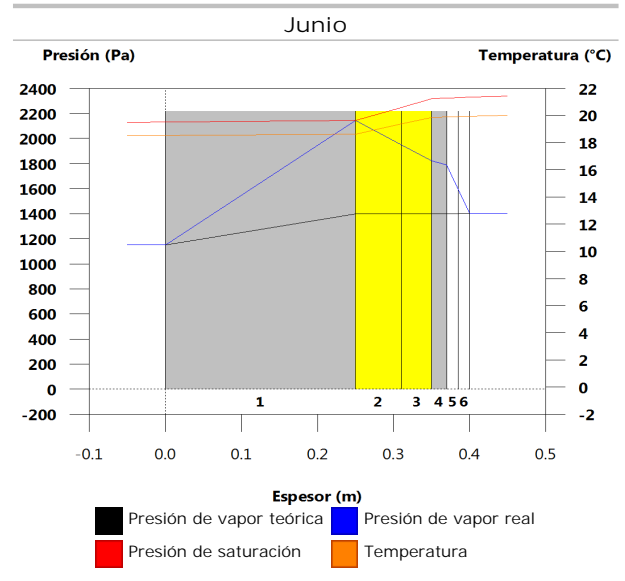
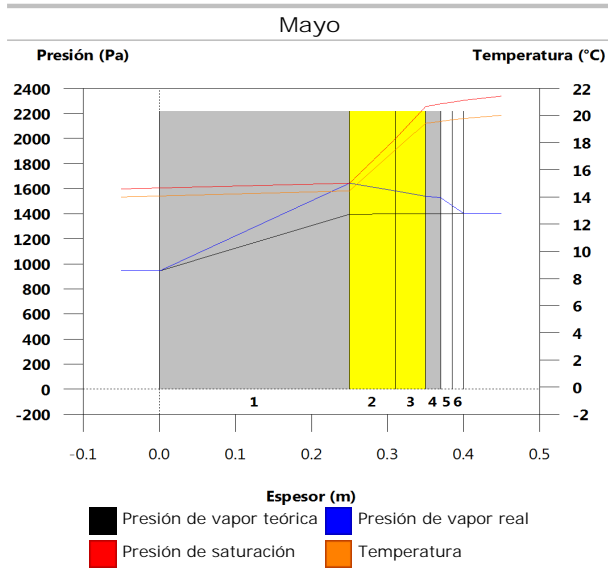
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

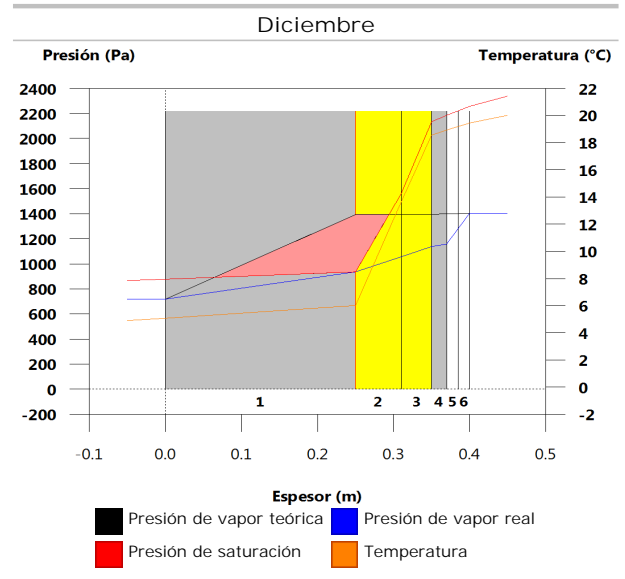
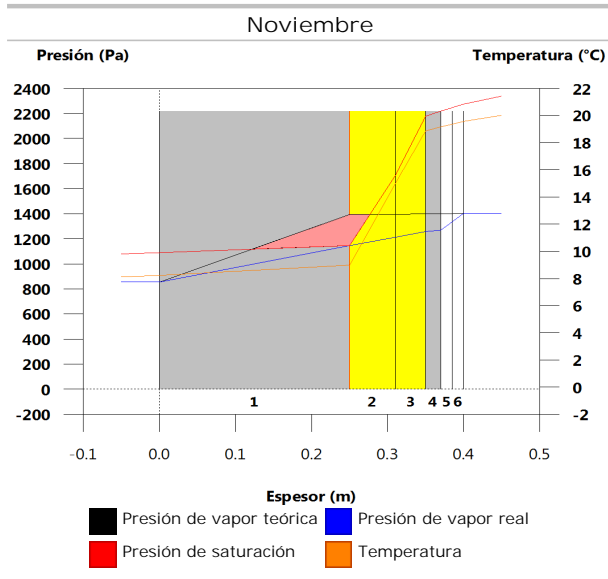
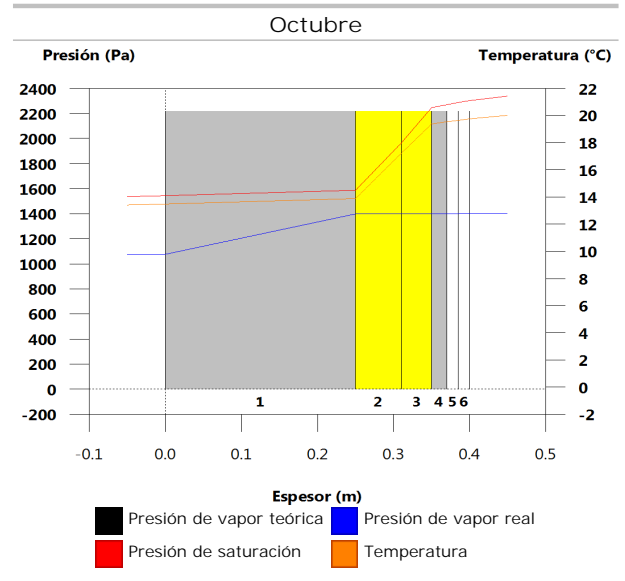
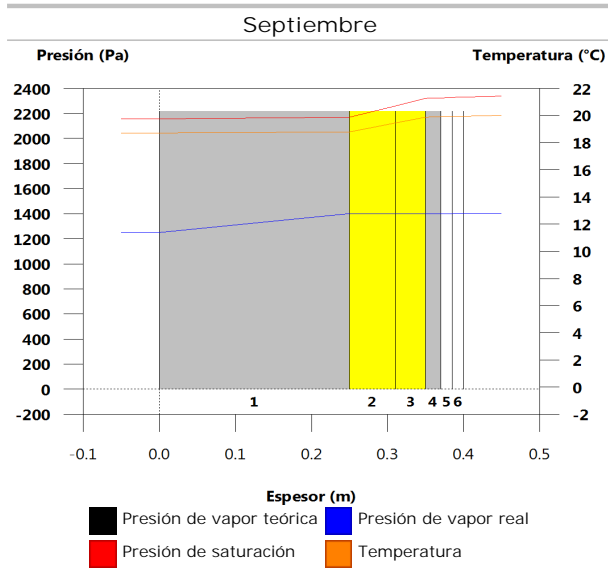
10.5.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



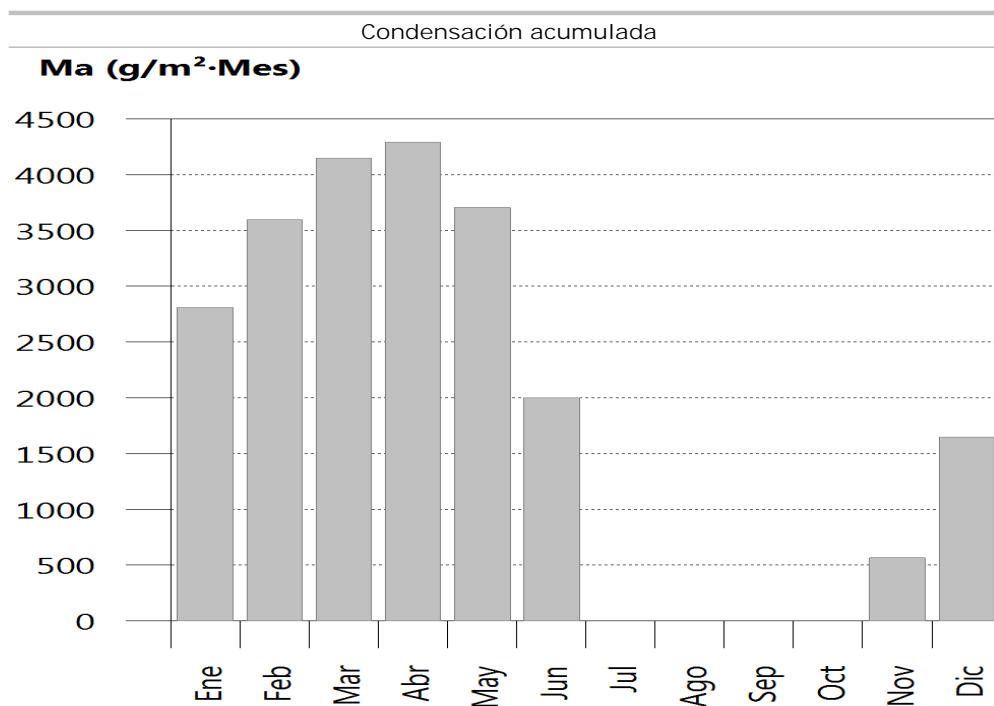
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



10.6. FAC OESTE PB

10.6.1. Resultados del cálculo de condensaciones

10.6.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.927 \text{ }^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.291 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,crit} \in [0.8]$.

10.6.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

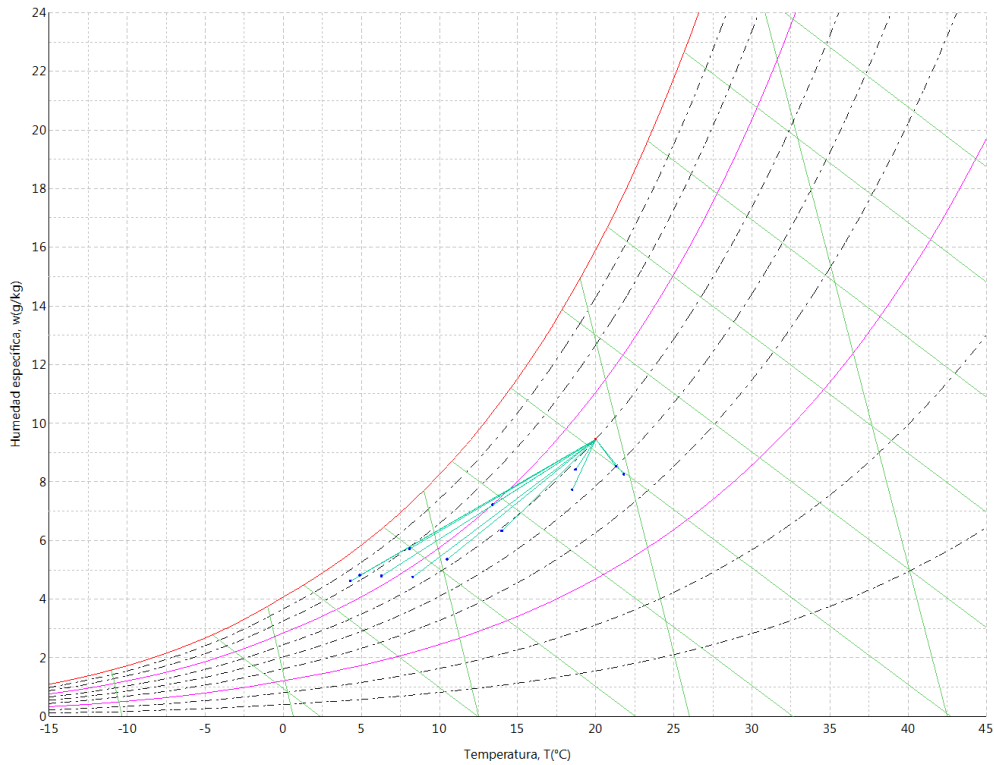
10.6.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

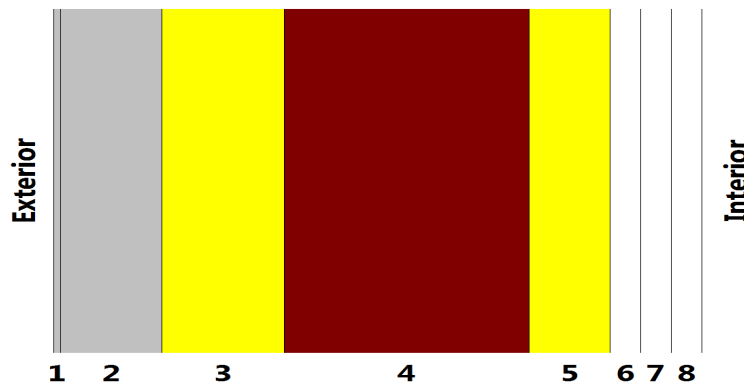
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



10.6.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC OESTE PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	6.0	0.034	1.76471	1	0.06
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	4.0	0.035	1.14286	1	0.04
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R _{si}				0.13		

donde:

Condensaciones

- e: Espesor, cm.
 l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_{ai}: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	31.8
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.4341
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.49
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.291
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.927

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
 R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
 S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.291 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

10.6.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e > q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i: Temperatura del aire interior, °C.
 j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.927 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento

Condensaciones

constructivo.

10.6.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.48	840.890	689.042	81.9	--	--
Interfase 1-2	4.48	840.898	840.898	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.48	840.898	840.898	100.0	203.150	502.842
Interfase 3-4	12.55	1453.552	863.652	59.4	--	--
Interfase 4-5	13.36	1532.350	1318.738	86.1	--	--
Interfase 5-6	18.58	2139.630	1333.908	62.3	--	--
Interfase 6-7	18.86	2176.641	1356.662	62.3	--	--
Interfase 7-8	19.13	2214.211	1379.416	62.3	--	--
Cara interior	19.41	2252.347	1402.171	62.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.46	964.783	715.662	74.2	--	--
Interfase 1-2	6.46	964.790	964.790	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.46	964.790	964.790	100.0	142.988	645.830
Interfase 3-4	13.50	1546.612	982.522	63.5	--	--
Interfase 4-5	14.20	1618.994	1337.155	82.6	--	--
Interfase 5-6	18.76	2163.928	1348.976	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.00	2196.513	1366.707	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.24	2229.526	1384.439	62.1	--	--
Cara interior	19.48	2262.973	1402.171	62.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

Condensaciones

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.44	1104.484	711.302	64.4	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.491	1104.491	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.44	1104.491	1104.491	100.0	107.744	753.574
Interfase 3-4	14.45	1644.861	1116.560	67.9	--	--
Interfase 4-5	15.05	1709.907	1357.921	79.4	--	--
Interfase 5-6	18.94	2188.466	1365.966	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.15	2216.543	1378.035	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.35	2244.934	1390.103	61.9	--	--
Cara interior	19.56	2273.644	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.61	1278.442	799.495	62.5	--	--
Interfase 1-2	10.61	1278.448	1278.448	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.61	1278.448	1278.448	100.0	43.336	796.910
Interfase 3-4	15.49	1759.217	1283.464	73.0	--	--
Interfase 4-5	15.98	1815.053	1383.779	76.2	--	--
Interfase 5-6	19.14	2215.738	1387.123	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.31	2238.760	1392.139	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.47	2261.991	1397.155	61.8	--	--
Cara interior	19.64	2285.432	1402.171	61.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.07	1604.991	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.07	1604.996	1401.943	87.3	0.036	0.036
Interfase 2-3	14.07	1604.996	1604.996	100.0	-73.530	723.380
Interfase 3-4	17.15	1955.534	1596.773	81.7	--	--
Interfase 4-5	17.46	1994.023	1432.320	71.8	--	--
Interfase 5-6	19.46	2259.740	1426.839	63.1	--	--
Interfase 6-7	19.56	2274.507	1418.616	62.4	--	--
Interfase 7-8	19.67	2289.359	1410.393	61.6	--	--
Cara interior	19.77	2304.296	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2130.908	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2130.909	2130.909	100.0	-0.036	--
Interfase 2-3	18.52	2130.909	2130.909	100.0	-255.255	468.124
Interfase 3-4	19.29	2235.963	2101.366	94.0	--	--
Interfase 4-5	19.37	2246.713	1510.497	67.2	--	--
Interfase 5-6	19.86	2317.435	1490.801	64.3	--	--
Interfase 6-7	19.89	2321.201	1461.258	63.0	--	--
Interfase 7-8	19.92	2324.973	1431.714	61.6	--	--
Cara interior	19.94	2328.750	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.030	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.78	2607.028	1402.084	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.78	2607.028	2607.028	100.0	-436.340	31.785
Interfase 3-4	20.85	2463.384	2558.183	103.8	--	--
Interfase 4-5	20.76	2449.408	1581.271	64.6	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.560	1548.707	65.6	--	--
Interfase 6-7	20.13	2355.974	1499.862	63.7	--	--
Interfase 7-8	20.10	2351.396	1451.016	61.7	--	--
Cara interior	20.07	2346.826	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2529.404	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.28	2529.402	2529.402	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2529.402	2529.402	100.0	-31.785	--
Interfase 3-4	20.62	2427.678	2483.704	102.3	--	--
Interfase 4-5	20.55	2417.705	1569.732	64.9	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.981	1539.266	65.4	--	--
Interfase 6-7	20.09	2350.676	1493.568	63.5	--	--
Interfase 7-8	20.07	2347.376	1447.869	61.7	--	--
Cara interior	20.05	2344.080	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.427	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.428	1402.095	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.428	1402.096	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.38	2249.203	1402.099	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.45	2258.566	1402.160	62.1	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.029	1402.162	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2323.296	1402.165	60.4	--	--
Interfase 7-8	19.93	2326.567	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.95	2329.842	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.48	1544.296	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.301	1402.009	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.48	1544.301	1402.010	90.8	--	--
Interfase 3-4	16.87	1920.576	1402.016	73.0	--	--
Interfase 4-5	17.21	1962.288	1402.147	71.5	--	--
Interfase 5-6	19.40	2252.143	1402.151	62.3	--	--
Interfase 6-7	19.52	2268.344	1402.158	61.8	--	--
Interfase 7-8	19.63	2284.647	1402.164	61.4	--	--
Cara interior	19.75	2301.052	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.24	1089.756	852.829	78.3	--	--
Interfase 1-2	8.24	1089.763	1089.763	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.24	1089.763	1089.763	100.0	109.427	109.427
Interfase 3-4	14.35	1634.795	1102.428	67.4	--	--
Interfase 4-5	14.97	1700.618	1355.732	79.7	--	--
Interfase 5-6	18.93	2186.001	1364.175	62.4	--	--
Interfase 6-7	19.13	2214.533	1376.840	62.2	--	--
Interfase 7-8	19.34	2243.389	1389.506	61.9	--	--
Cara interior	19.55	2272.575	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC OESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.08	876.493	718.612	82.0	--	--
Interfase 1-2	5.08	876.501	876.501	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.08	876.501	876.501	100.0	190.264	299.691
Interfase 3-4	12.84	1480.940	897.812	60.6	--	--
Interfase 4-5	13.61	1557.905	1324.031	85.0	--	--
Interfase 5-6	18.64	2146.894	1338.238	62.3	--	--
Interfase 6-7	18.90	2182.586	1359.549	62.3	--	--
Interfase 7-8	19.16	2218.796	1380.860	62.2	--	--
Cara interior	19.43	2255.530	1402.171	62.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Condensaciones

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

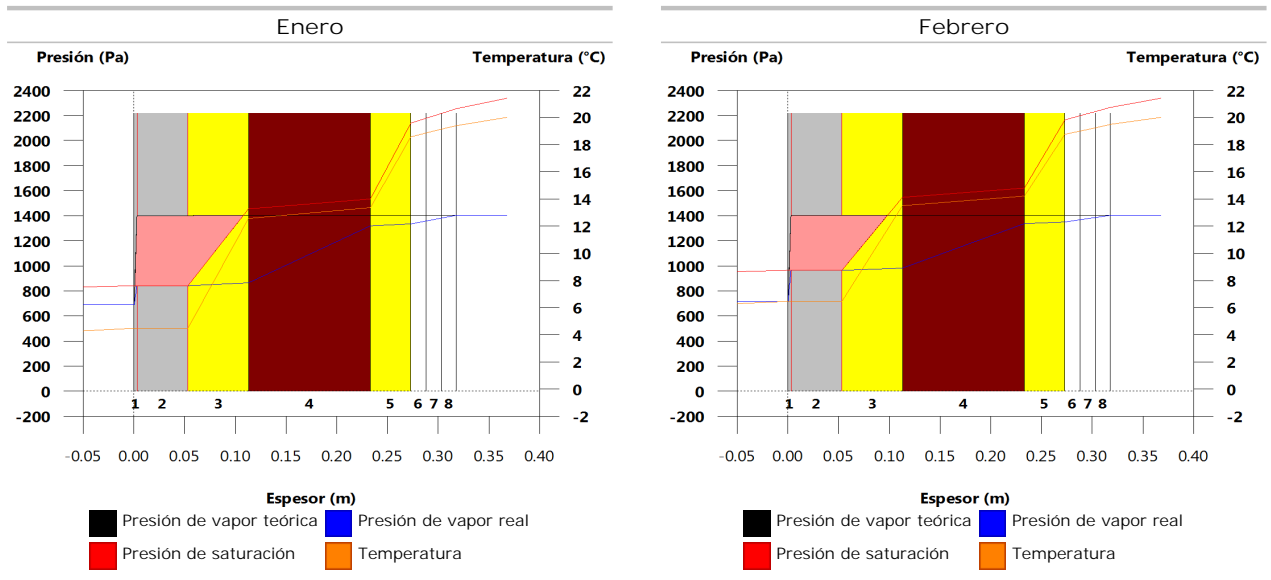
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	203.150	142.988	107.744	43.336	0.036	--	0.215	--	--	--	109.427	190.264
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	73.530	255.292	436.340	32.000	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	502.842	645.830	753.574	796.910	723.416	468.124	32.000	--	--	--	109.427	299.691

donde:

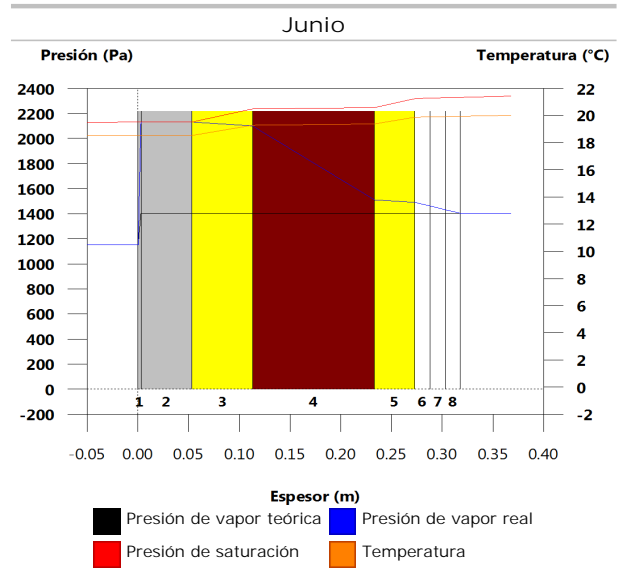
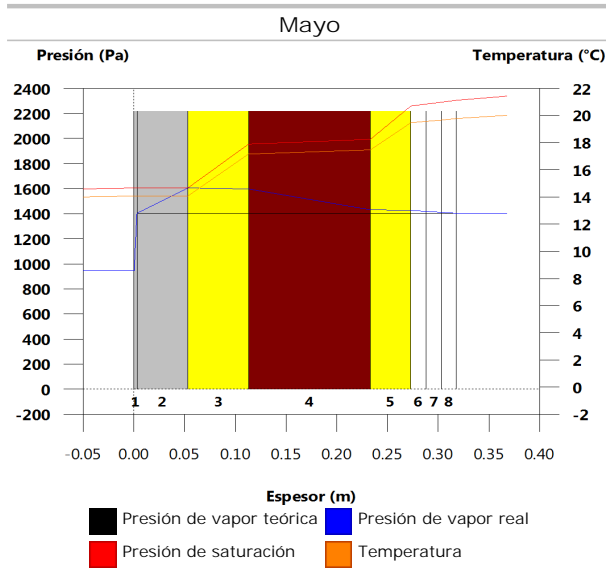
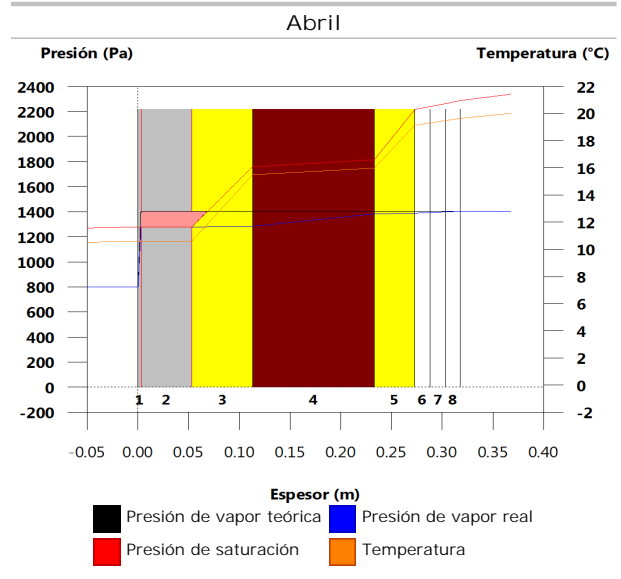
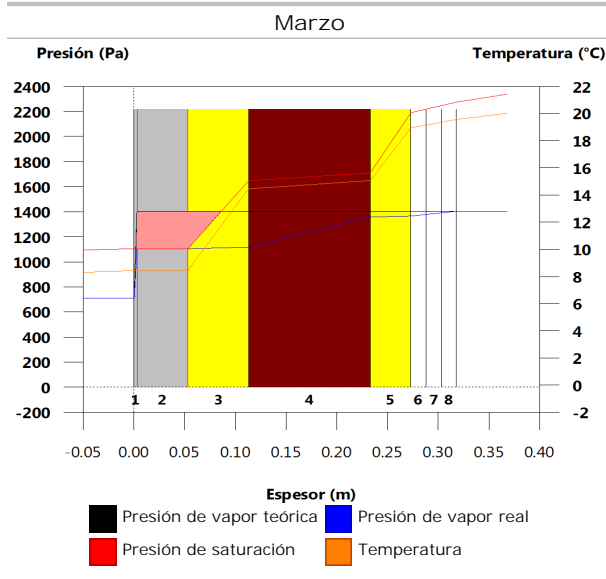
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

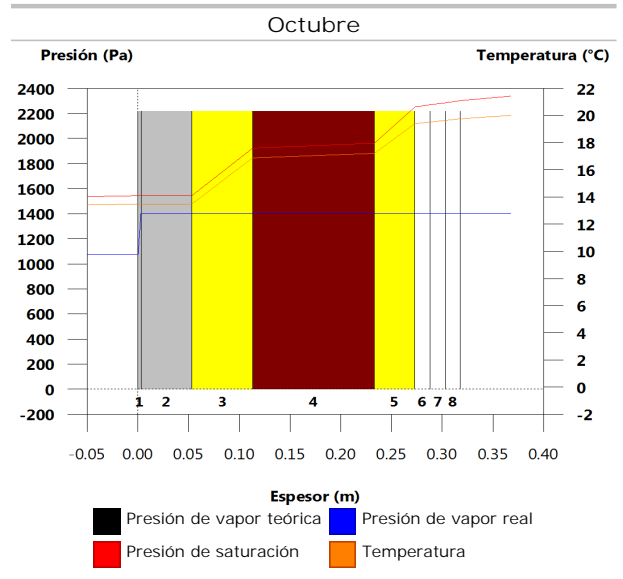
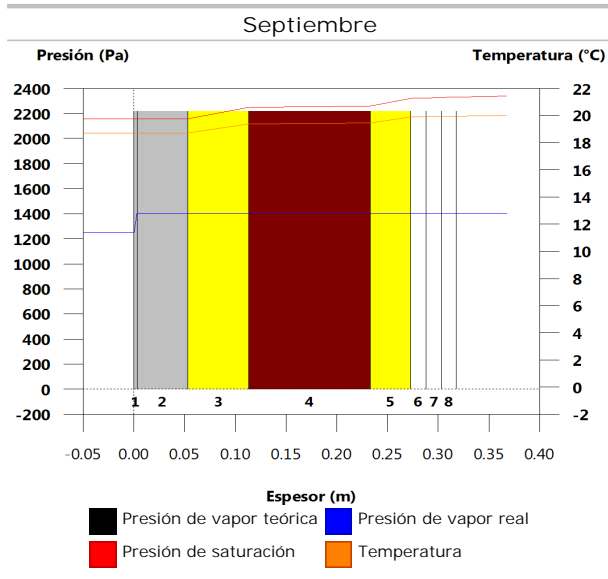
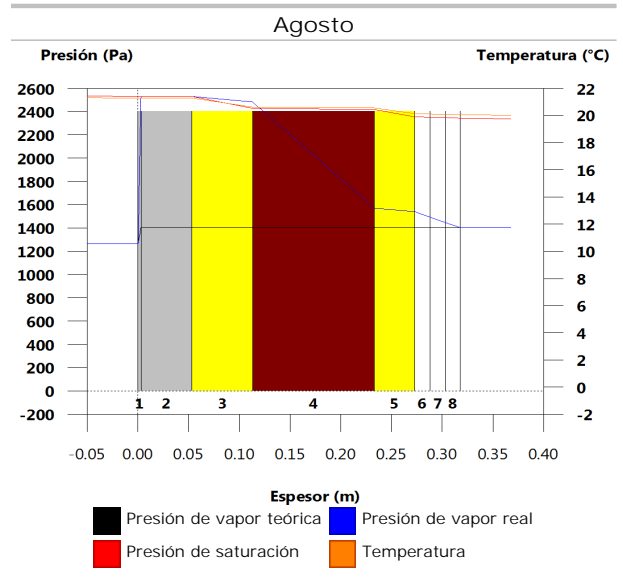
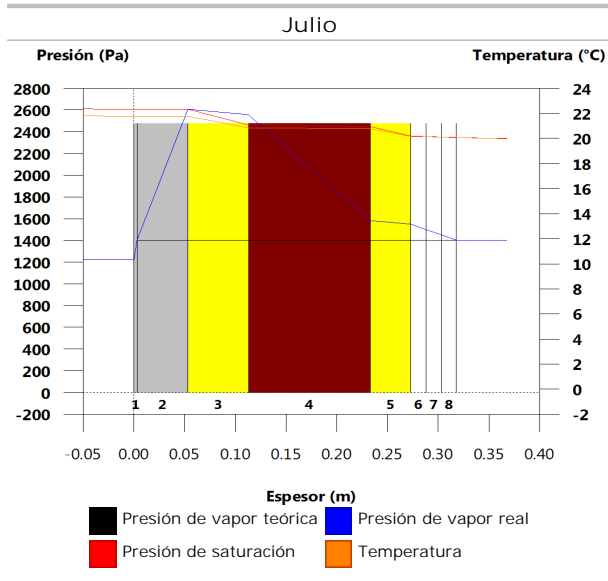
10.6.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



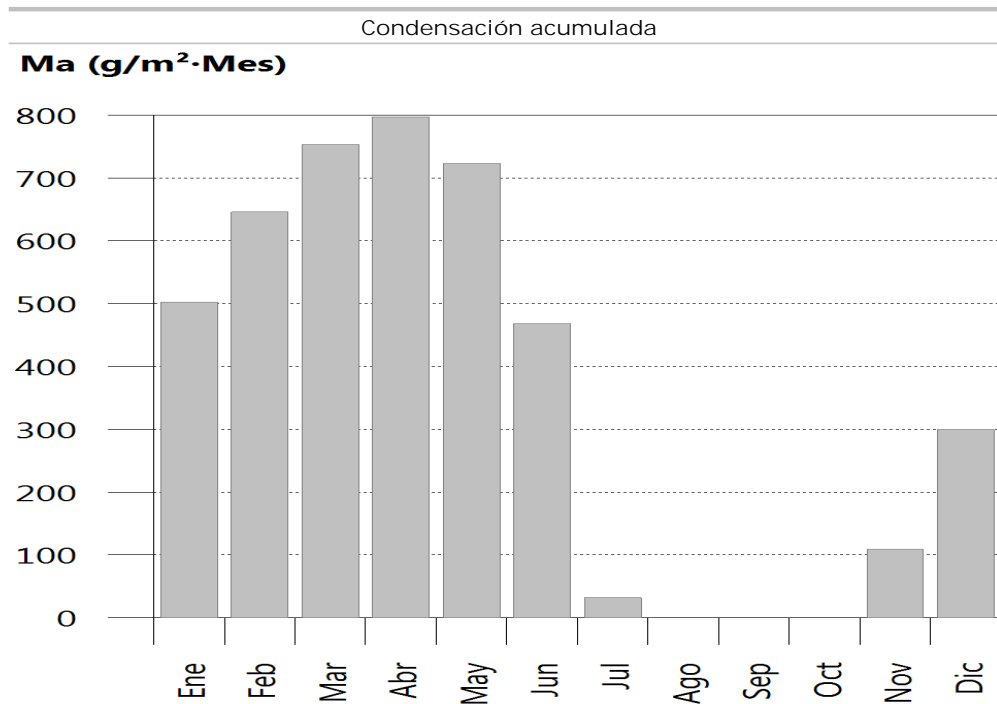
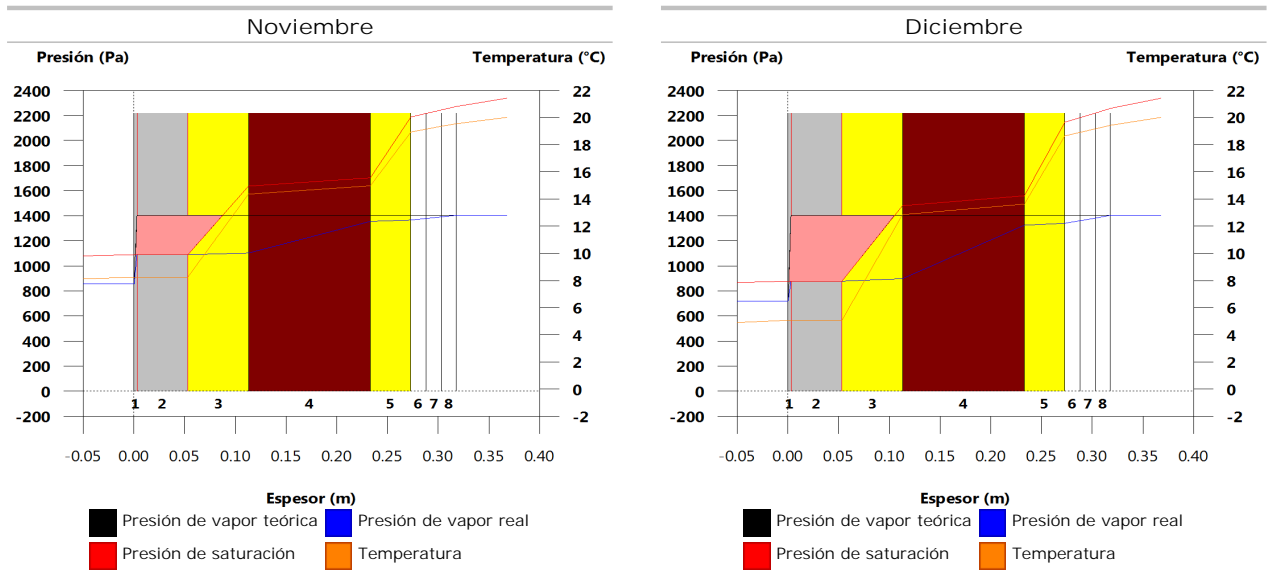
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



10.7. FAC ESTE PB

10.7.1. Resultados del cálculo de condensaciones

10.7.1.1. Condensación superficial

$$f_{R_{si}} = 0.911 \quad f_{R_{si, \min}} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

$f_{R_{si}}$: Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{R_{si, \min}}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si, cr} \leq 0.8$.

Condensaciones

10.7.1.2. Condensación intersticial

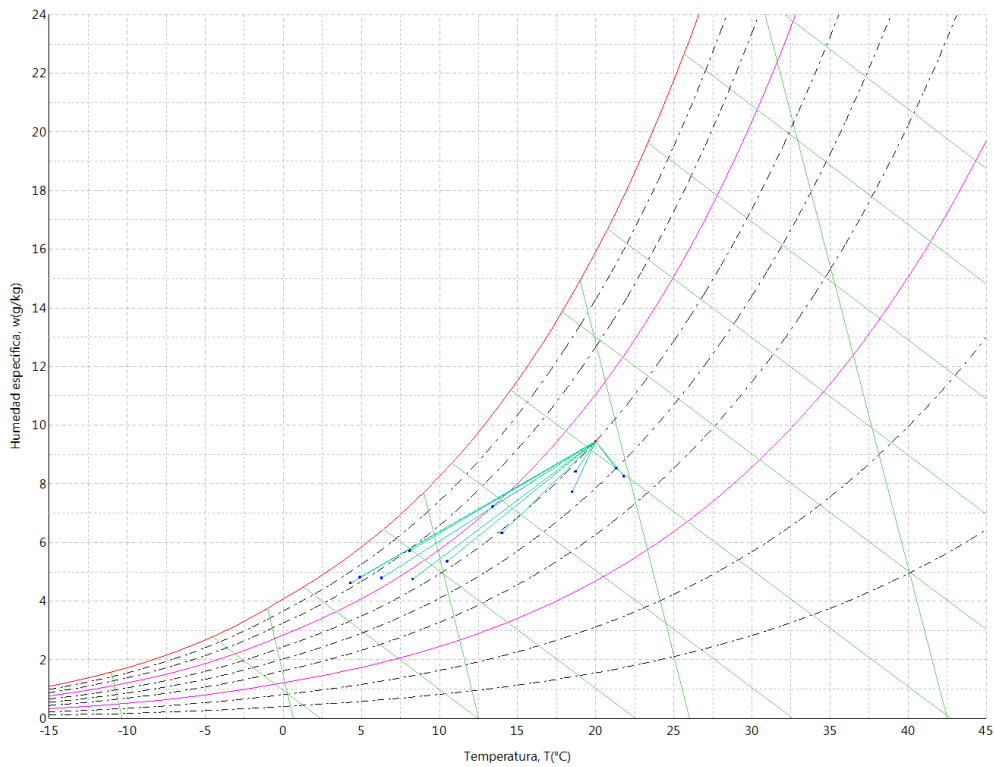
El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

10.7.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

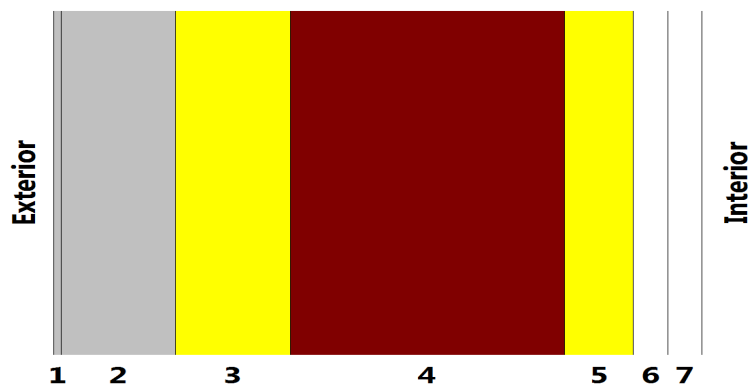
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



10.7.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:

Condensaciones



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

	FAC ESTE PB	e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	ventirock duo	5.0	0.034	1.47059	1	0.05
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R _{si}				0.13		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	28.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	2.7942
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3001.41
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.358
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.911

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.358 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

10.7.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} ≤ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como

Condensaciones

sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e > q_{si}$.
donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i : Temperatura del aire interior, °C.
- j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.911 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

10.7.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC ESTE PB	q (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	j (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.52	843.362	689.042	81.7	--	--
Interfase 1-2	4.52	843.371	843.371	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.52	843.371	843.371	100.0	213.813	528.813
Interfase 3-4	12.79	1476.299	863.328	58.5	--	--
Interfase 4-5	13.78	1574.989	1342.299	85.2	--	--
Interfase 5-6	18.60	2141.317	1354.274	63.2	--	--
Interfase 6-7	18.93	2186.913	1378.222	63.0	--	--
Cara interior	19.27	2233.355	1402.171	62.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q : Temperatura, °C.
- P_{sat} : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n : Presión del vapor de agua, Pa.
- j : Humedad relativa, %.
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

Condensaciones

M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.50	967.217	715.662	74.0	--	--
Interfase 1-2	6.50	967.226	967.226	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.50	967.226	967.226	100.0	150.317	679.130
Interfase 3-4	13.71	1567.554	982.760	62.7	--	--
Interfase 4-5	14.57	1657.979	1355.569	81.8	--	--
Interfase 5-6	18.77	2165.414	1364.890	63.0	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.545	1383.530	62.7	--	--
Cara interior	19.36	2246.325	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.47	1106.826	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.47	1106.834	1106.834	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.47	1106.834	1106.834	100.0	113.004	792.134
Interfase 3-4	14.63	1663.721	1117.382	67.2	--	--
Interfase 4-5	15.36	1744.779	1370.527	78.6	--	--
Interfase 5-6	18.95	2189.748	1376.856	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.20	2224.316	1389.513	62.5	--	--
Cara interior	19.46	2259.360	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.64	1280.603	799.495	62.4	--	--
Interfase 1-2	10.64	1280.611	1280.611	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.64	1280.611	1280.611	100.0	45.012	837.146
Interfase 3-4	15.64	1775.445	1284.952	72.4	--	--
Interfase 4-5	16.24	1844.837	1389.146	75.3	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.791	1391.751	62.8	--	--
Interfase 6-7	19.35	2245.125	1396.961	62.2	--	--
Cara interior	19.56	2273.776	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.09	1606.657	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.09	1606.664	1401.955	87.3	0.037	0.037
Interfase 2-3	14.09	1606.664	1606.664	100.0	-78.363	758.783
Interfase 3-4	17.24	1966.761	1599.360	81.3	--	--
Interfase 4-5	17.62	2014.395	1424.081	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.46	2260.416	1419.699	62.8	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.582	1410.935	61.9	--	--
Cara interior	19.72	2296.875	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.441	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-0.037	--
Interfase 2-3	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-270.039	488.744
Interfase 3-4	19.31	2239.113	2105.398	94.0	--	--
Interfase 4-5	19.41	2252.347	1480.307	65.7	--	--
Interfase 5-6	19.87	2317.608	1464.680	63.2	--	--
Interfase 6-7	19.90	2322.238	1433.425	61.7	--	--
Cara interior	19.93	2326.875	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.77	2606.266	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.77	2606.264	1402.088	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.77	2606.264	2606.264	100.0	-460.967	27.777
Interfase 3-4	20.83	2459.275	2563.260	104.2	--	--
Interfase 4-5	20.71	2442.133	1531.181	62.7	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.349	1505.379	63.8	--	--
Interfase 6-7	20.12	2354.715	1453.775	61.7	--	--
Cara interior	20.08	2349.093	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2528.867	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-27.777	--
Interfase 3-4	20.60	2424.748	2488.625	102.6	--	--
Interfase 4-5	20.52	2412.509	1522.888	63.1	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.829	1498.744	63.7	--	--
Interfase 6-7	20.09	2349.769	1450.458	61.7	--	--
Cara interior	20.06	2345.715	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.895	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.896	1402.099	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.896	1402.100	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2251.947	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.48	2263.471	1402.163	61.9	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.179	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2324.195	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.94	2328.216	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1546.068	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1546.074	1402.017	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1546.074	1402.018	90.7	--	--
Interfase 3-4	16.97	1932.736	1402.024	72.5	--	--
Interfase 4-5	17.38	1984.394	1402.154	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.41	2252.884	1402.158	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.55	2272.815	1402.164	61.7	--	--
Cara interior	19.69	2292.900	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.27	1092.109	852.829	78.1	--	--
Interfase 1-2	8.27	1092.118	1092.118	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.27	1092.118	1092.118	100.0	114.808	114.808
Interfase 3-4	14.53	1653.876	1103.191	66.7	--	--
Interfase 4-5	15.28	1735.923	1368.951	78.9	--	--
Interfase 5-6	18.94	2187.304	1375.595	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.19	2222.432	1388.883	62.5	--	--
Cara interior	19.45	2258.054	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

Condensaciones

FAC ESTE PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.12	878.959	718.612	81.8	--	--
Interfase 1-2	5.12	878.968	878.968	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.12	878.968	878.968	100.0	200.192	315.001
Interfase 3-4	13.06	1503.173	897.654	59.7	--	--
Interfase 4-5	14.02	1599.495	1346.113	84.2	--	--
Interfase 5-6	18.65	2148.522	1357.325	63.2	--	--
Interfase 6-7	18.97	2192.488	1379.748	62.9	--	--
Cara interior	19.30	2237.239	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	213.813	150.317	113.004	45.012	0.037	--	0.215	--	--	--	114.808	200.192
g _{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	78.363	270.076	460.967	27.992	--	--	--	--
M _a (g/m ²)	528.813	679.130	792.134	837.146	758.819	488.744	27.992	--	--	--	114.808	315.001

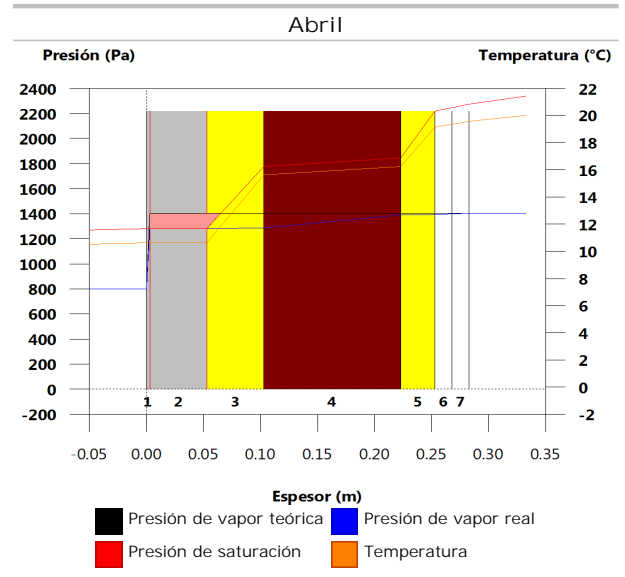
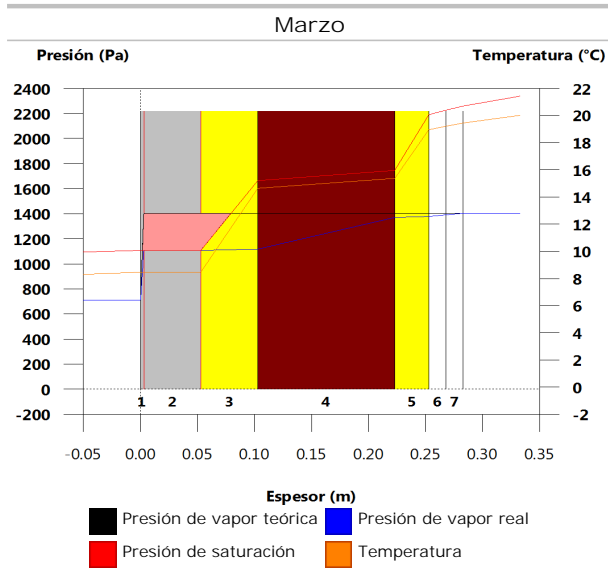
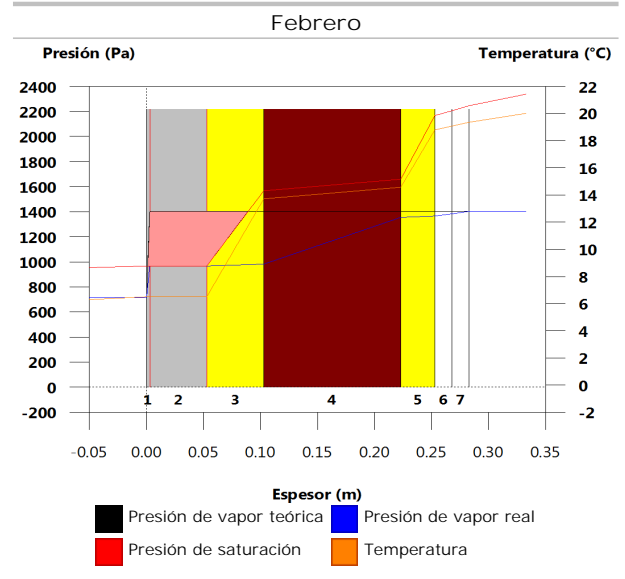
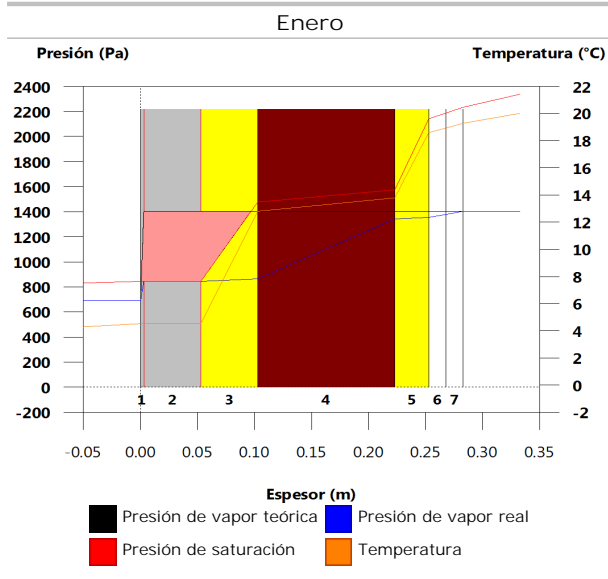
donde:

- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev}: Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

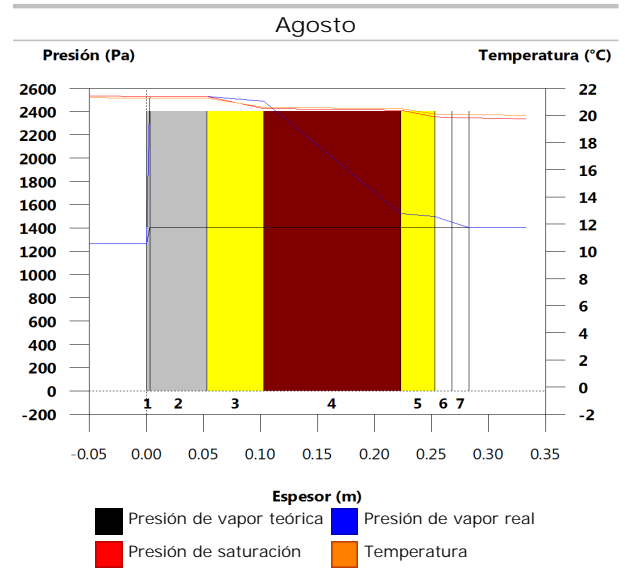
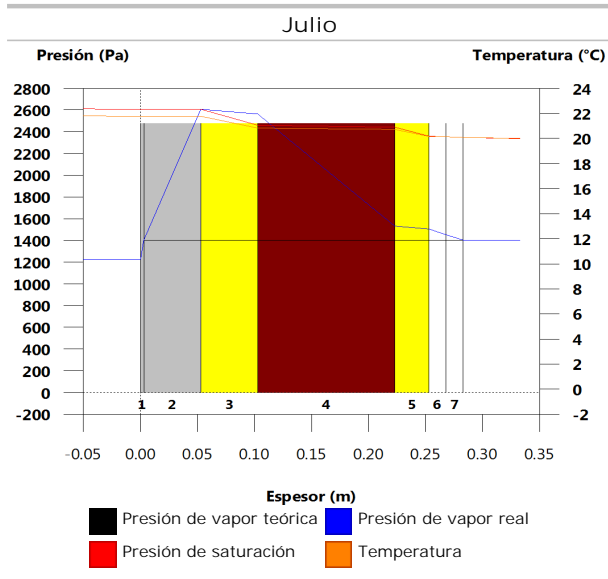
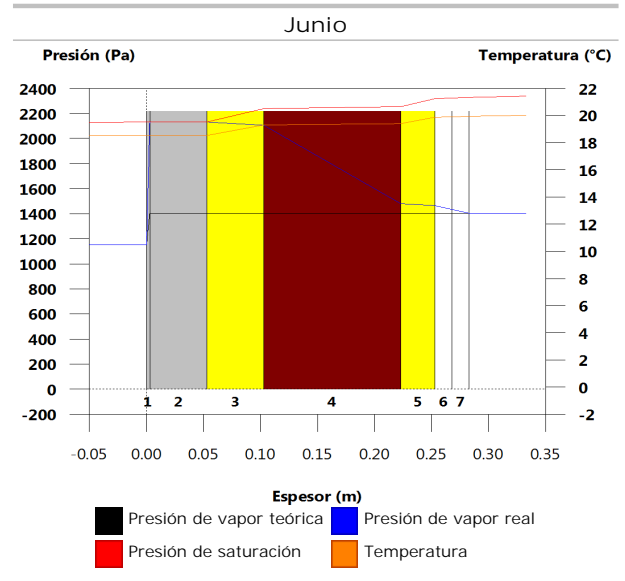
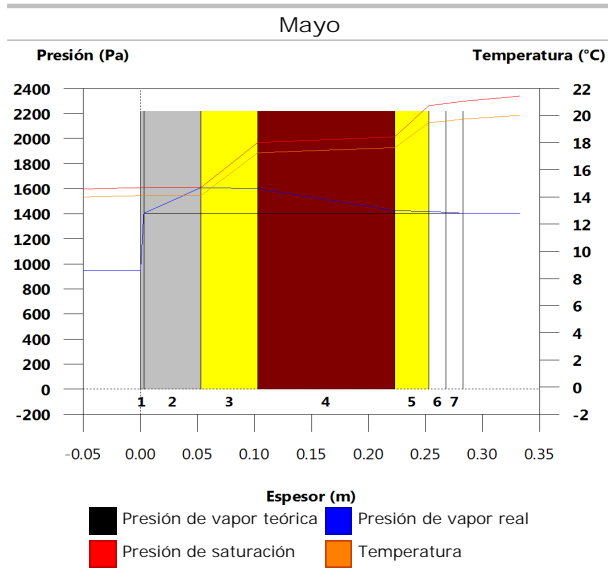
>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

10.7.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas

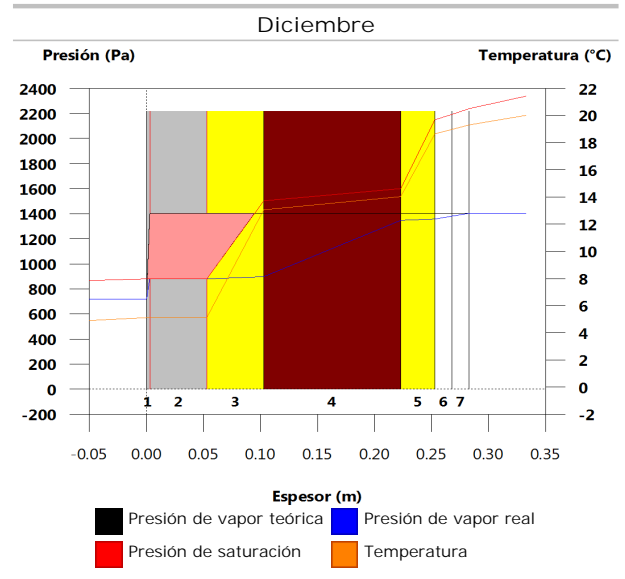
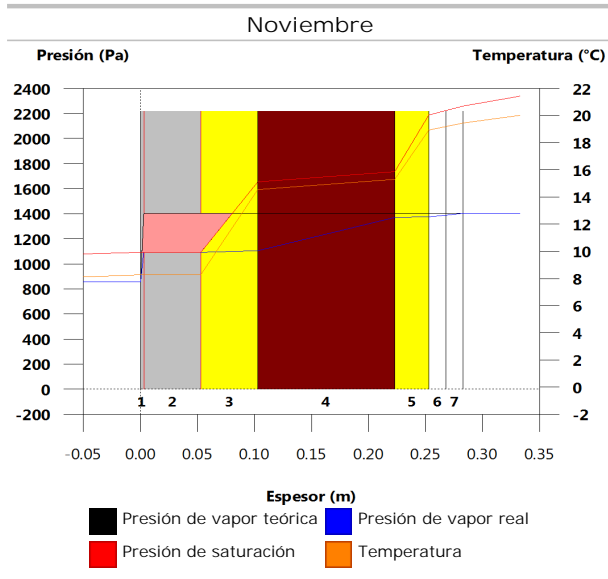
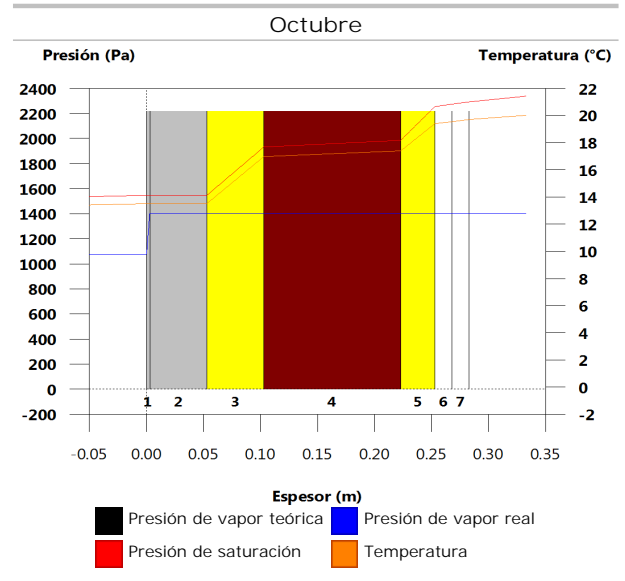
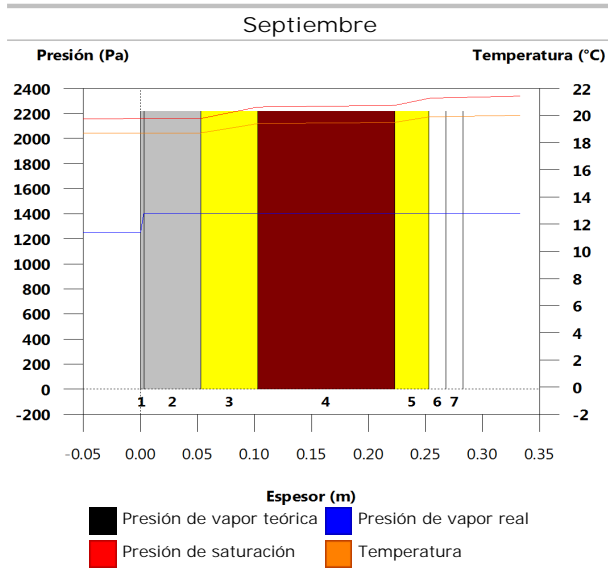
Condensaciones



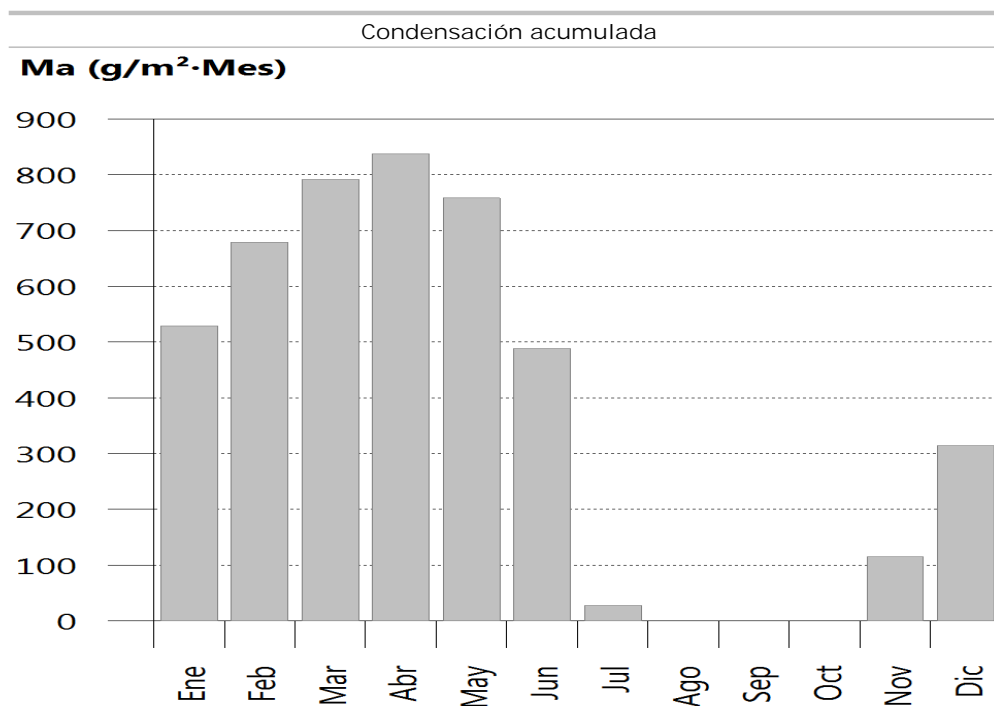
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



10.8. FAC SUR PB

10.8.1. Resultados del cálculo de condensaciones

10.8.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.911^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

10.8.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

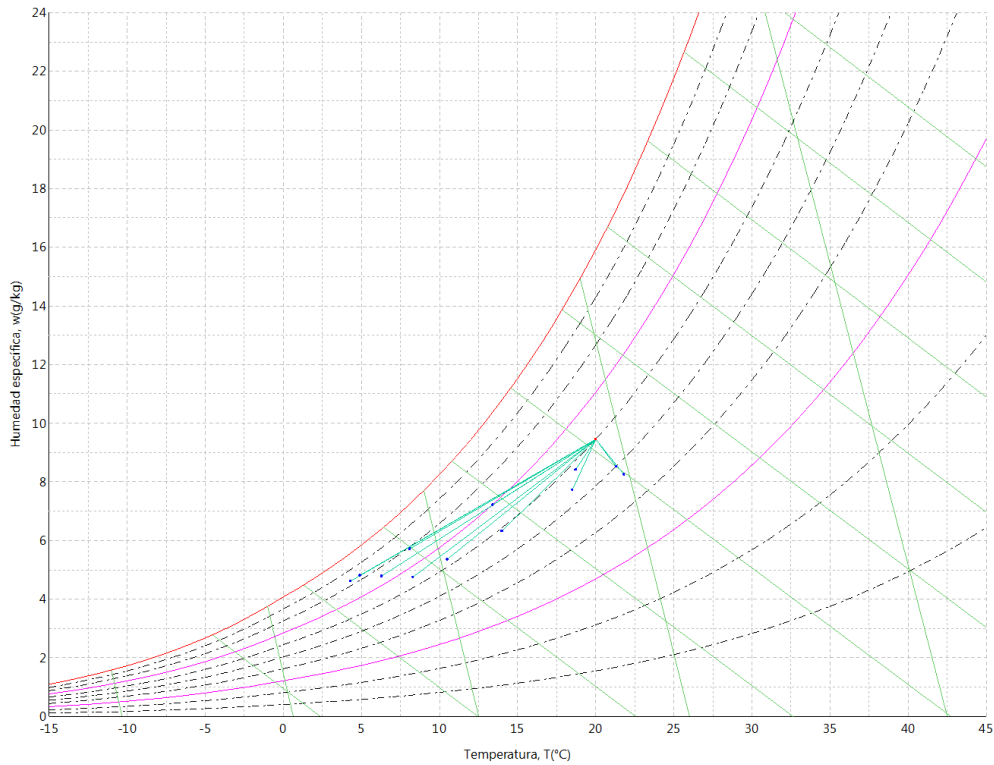
10.8.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



10.8.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FAC SUR PB		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.3	110.000	0.00003	1000000	3000
2	Cámara de aire	5.0		0.00000		0.01
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	5.0	0.034	1.47059	20	1
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.0	0.680	0.17647	10	1.2
5	ultracoustic plus	3.0	0.035	0.85714	1	0.03
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R _{si}				0.13		

donde:

Condensaciones

- e: Espesor, cm.
 l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
 R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 S_{ai}: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
 R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	28.3
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	2.7942
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	3002.36
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.358
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.911

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
 R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
 S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
 f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.358 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

10.8.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e > q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i: Temperatura del aire interior, °C.
 j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.911 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento

Condensaciones

constructivo.

10.8.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.52	843.362	689.042	81.7	--	--
Interfase 1-2	4.52	843.371	843.371	100.0	--	--
Interfase 2-3	4.52	843.371	843.371	100.0	127.378	315.038
Interfase 3-4	12.79	1476.299	1081.158	73.2	--	--
Interfase 4-5	13.78	1574.989	1366.503	86.8	--	--
Interfase 5-6	18.60	2141.317	1373.636	64.1	--	--
Interfase 6-7	18.93	2186.913	1387.903	63.5	--	--
Cara interior	19.27	2233.355	1402.171	62.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.50	967.217	715.662	74.0	--	--
Interfase 1-2	6.50	967.226	967.226	100.0	--	--
Interfase 2-3	6.50	967.226	967.226	100.0	89.550	404.588
Interfase 3-4	13.71	1567.554	1152.309	73.5	--	--
Interfase 4-5	14.57	1657.979	1374.408	82.9	--	--
Interfase 5-6	18.77	2165.414	1379.961	63.7	--	--
Interfase 6-7	19.07	2205.545	1391.066	63.1	--	--
Cara interior	19.36	2246.325	1402.171	62.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.47	1106.826	711.302	64.3	--	--
Interfase 1-2	8.47	1106.834	1106.834	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.47	1106.834	1106.834	100.0	67.322	471.910
Interfase 3-4	14.63	1663.721	1232.509	74.1	--	--
Interfase 4-5	15.36	1744.779	1383.319	79.3	--	--
Interfase 5-6	18.95	2189.748	1387.090	63.3	--	--
Interfase 6-7	19.20	2224.316	1394.630	62.7	--	--
Cara interior	19.46	2259.360	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.64	1280.603	799.495	62.4	--	--
Interfase 1-2	10.64	1280.611	1280.611	100.0	--	--
Interfase 2-3	10.64	1280.611	1280.611	100.0	26.816	498.725
Interfase 3-4	15.64	1775.445	1332.339	75.0	--	--
Interfase 4-5	16.24	1844.837	1394.412	75.6	--	--
Interfase 5-6	19.15	2216.791	1395.963	63.0	--	--
Interfase 6-7	19.35	2245.125	1399.067	62.3	--	--
Cara interior	19.56	2273.776	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.09	1606.657	942.661	58.7	--	--
Interfase 1-2	14.09	1606.664	1401.809	87.2	0.037	0.037
Interfase 2-3	14.09	1606.664	1606.664	100.0	-46.732	451.993
Interfase 3-4	17.24	1966.761	1519.645	77.3	--	--
Interfase 4-5	17.62	2014.395	1415.223	70.3	--	--
Interfase 5-6	19.46	2260.416	1412.613	62.5	--	--
Interfase 6-7	19.59	2278.582	1407.392	61.8	--	--
Cara interior	19.72	2296.875	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.52	2131.441	1149.432	53.9	--	--
Interfase 1-2	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-0.037	--
Interfase 2-3	18.52	2131.443	2131.443	100.0	-160.874	291.118
Interfase 3-4	19.31	2239.113	1821.115	81.3	--	--
Interfase 4-5	19.41	2252.347	1448.720	64.3	--	--
Interfase 5-6	19.87	2317.608	1439.410	62.1	--	--
Interfase 6-7	19.90	2322.238	1420.790	61.2	--	--
Cara interior	19.93	2326.875	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.77	2606.266	1226.874	47.1	--	--
Interfase 1-2	21.77	2606.264	1402.033	53.8	0.215	0.215
Interfase 2-3	21.77	2606.264	2606.264	100.0	-274.718	16.400
Interfase 3-4	20.83	2459.275	2093.884	85.1	--	--
Interfase 4-5	20.71	2442.133	1479.028	60.6	--	--
Interfase 5-6	20.16	2360.349	1463.656	62.0	--	--
Interfase 6-7	20.12	2354.715	1432.913	60.9	--	--
Cara interior	20.08	2349.093	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.28	2528.867	1265.876	50.1	--	--
Interfase 1-2	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-0.215	--
Interfase 2-3	21.28	2528.865	2528.865	100.0	-16.400	--
Interfase 3-4	20.60	2424.748	2049.420	84.5	--	--
Interfase 4-5	20.52	2412.509	1474.087	61.1	--	--
Interfase 5-6	20.12	2353.829	1459.704	62.0	--	--
Interfase 6-7	20.09	2349.769	1430.937	60.9	--	--
Cara interior	20.06	2345.715	1402.171	59.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.72	2157.895	1250.123	57.9	--	--
Interfase 1-2	18.72	2157.896	1402.051	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.72	2157.896	1402.052	65.0	--	--
Interfase 3-4	19.40	2251.947	1402.102	62.3	--	--
Interfase 4-5	19.48	2263.471	1402.163	61.9	--	--
Interfase 5-6	19.88	2320.179	1402.165	60.4	--	--
Interfase 6-7	19.91	2324.195	1402.168	60.3	--	--
Cara interior	19.94	2328.216	1402.171	60.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.49	1546.068	1075.604	69.6	--	--
Interfase 1-2	13.49	1546.074	1401.914	90.7	--	--
Interfase 2-3	13.49	1546.074	1401.915	90.7	--	--
Interfase 3-4	16.97	1932.736	1402.024	72.5	--	--
Interfase 4-5	17.38	1984.394	1402.154	70.7	--	--
Interfase 5-6	19.41	2252.884	1402.158	62.2	--	--
Interfase 6-7	19.55	2272.815	1402.164	61.7	--	--
Cara interior	19.69	2292.900	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.27	1092.109	852.829	78.1	--	--
Interfase 1-2	8.27	1092.118	1092.118	100.0	--	--
Interfase 2-3	8.27	1092.118	1092.118	100.0	68.396	68.396
Interfase 3-4	14.53	1653.876	1224.055	74.0	--	--
Interfase 4-5	15.28	1735.923	1382.380	79.6	--	--
Interfase 5-6	18.94	2187.304	1386.338	63.4	--	--
Interfase 6-7	19.19	2222.432	1394.254	62.7	--	--
Cara interior	19.45	2258.054	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FAC SUR PB	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.12	878.959	718.612	81.8	--	--
Interfase 1-2	5.12	878.968	878.968	100.0	--	--
Interfase 2-3	5.12	878.968	878.968	100.0	119.264	187.660
Interfase 3-4	13.06	1503.173	1101.607	73.3	--	--
Interfase 4-5	14.02	1599.495	1368.775	85.6	--	--
Interfase 5-6	18.65	2148.522	1375.454	64.0	--	--
Interfase 6-7	18.97	2192.488	1388.812	63.3	--	--
Cara interior	19.30	2237.239	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

Condensaciones

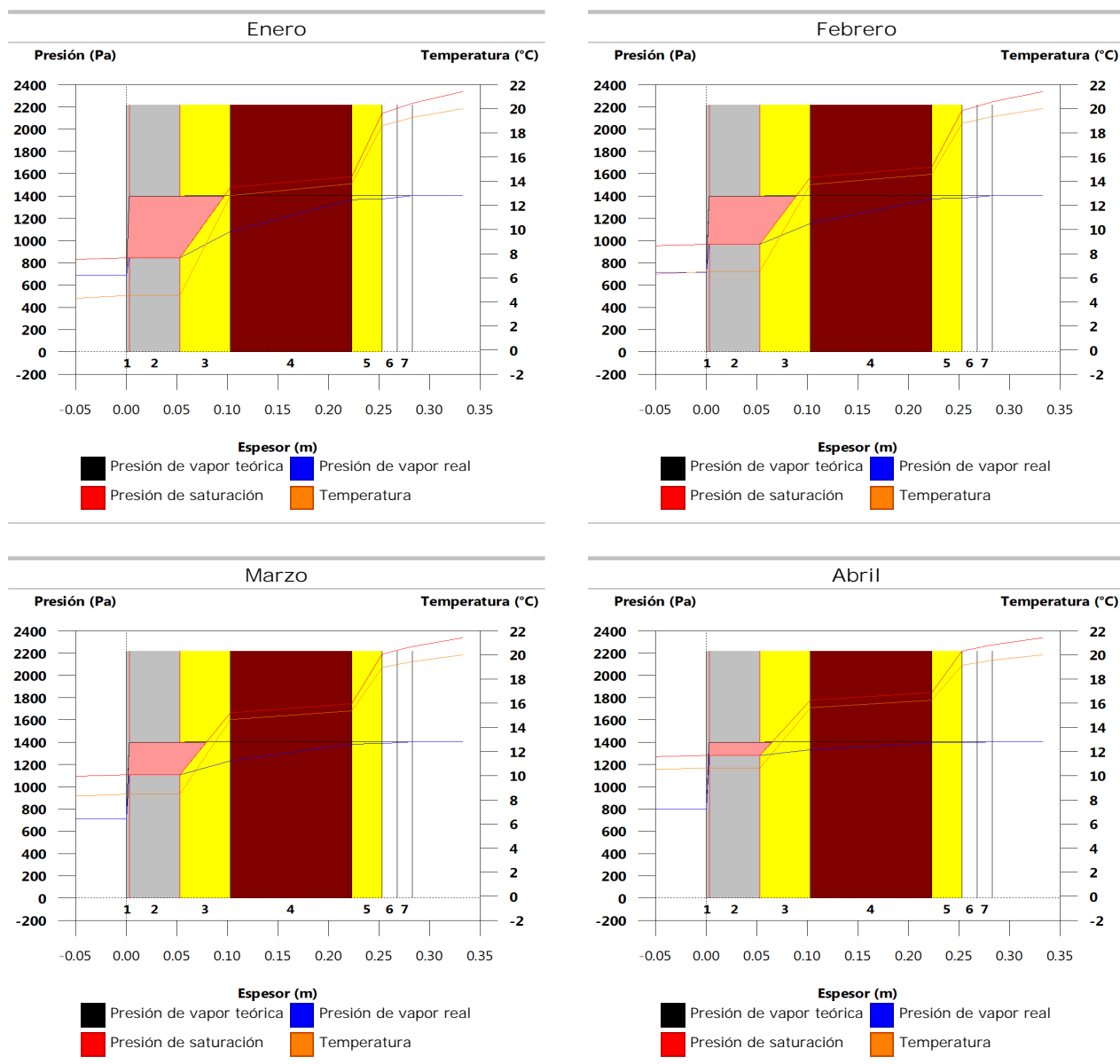
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g_c g/(m ² ·mes)	127.378	89.550	67.322	26.816	0.037	--	0.215	--	--	--	68.396	119.264
g_{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	--	46.732	160.911	274.718	16.615	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	315.038	404.588	471.910	498.725	452.029	291.118	16.615	--	--	--	68.396	187.660

donde:

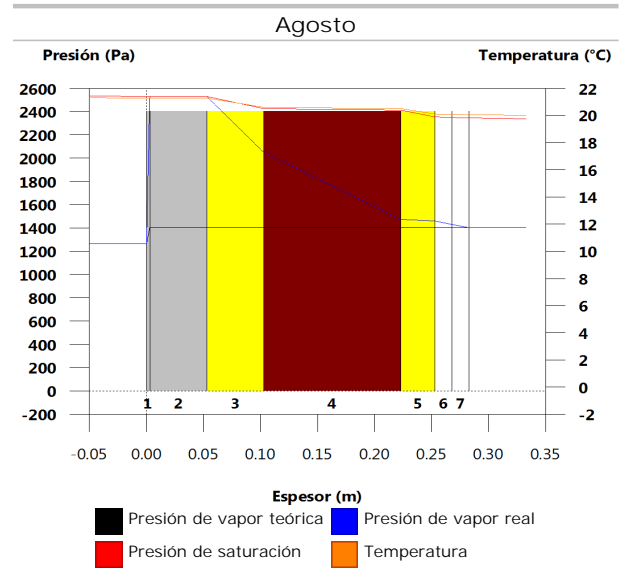
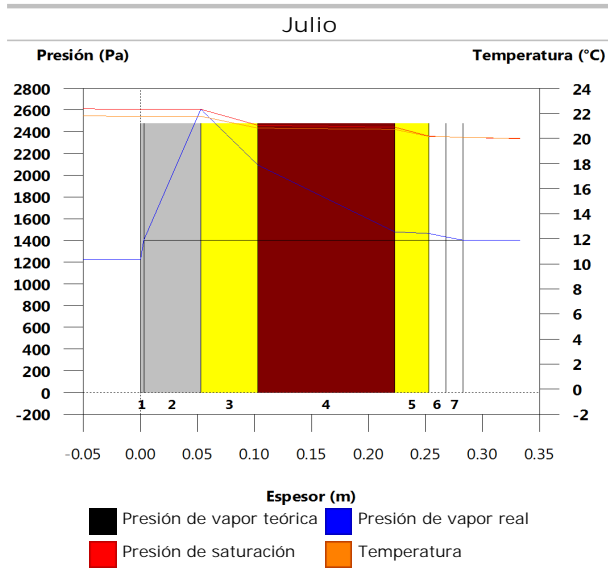
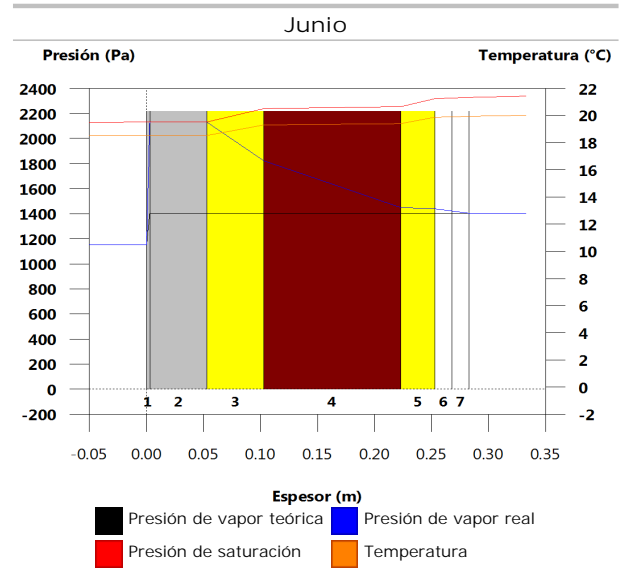
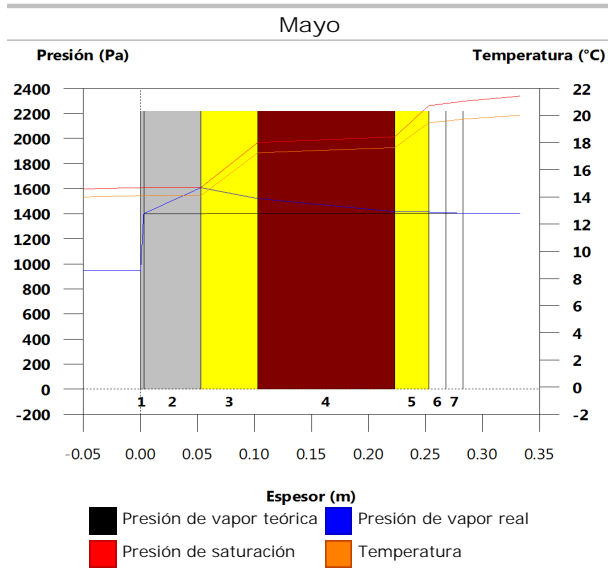
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

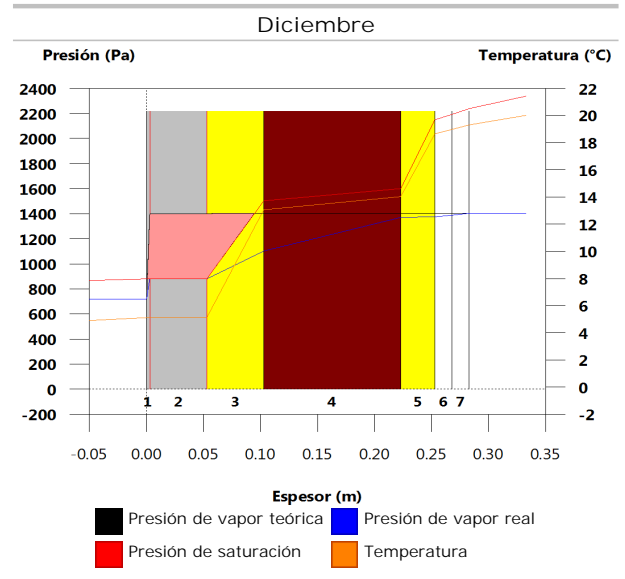
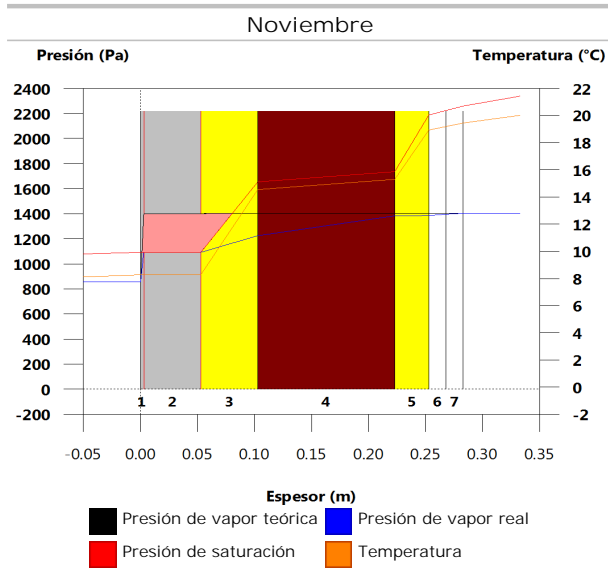
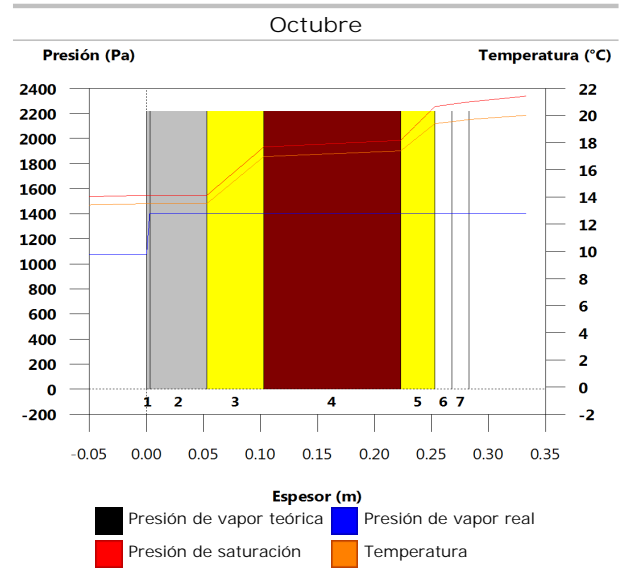
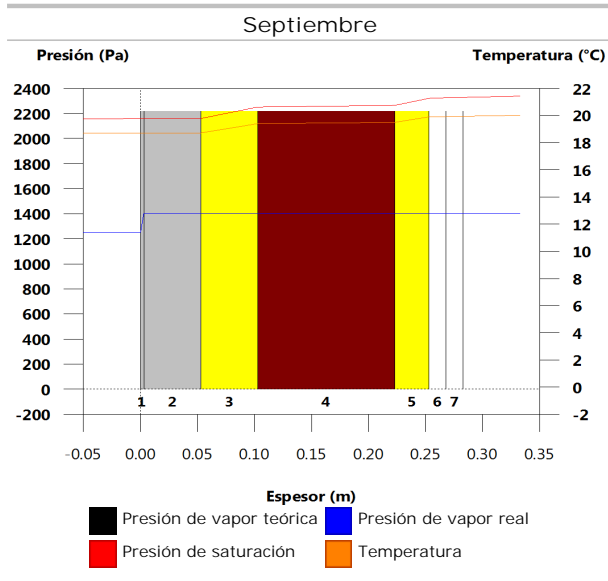
10.8.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



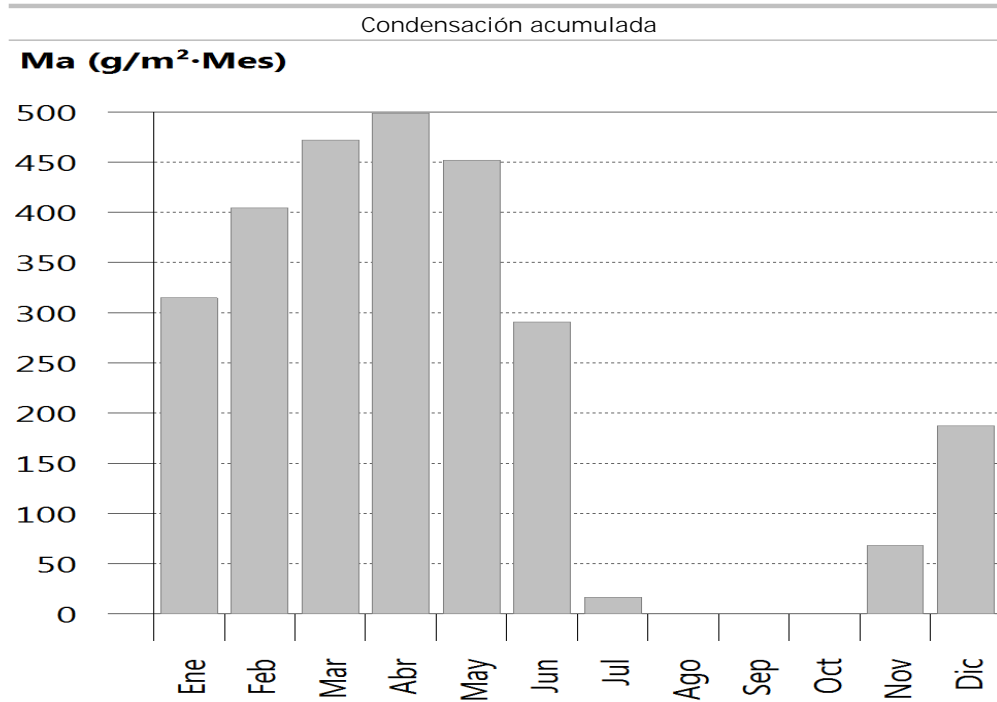
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



10.9. CUB ZINC

10.9.1. Resultados del cálculo de condensaciones

10.9.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.947^3 f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

10.9.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

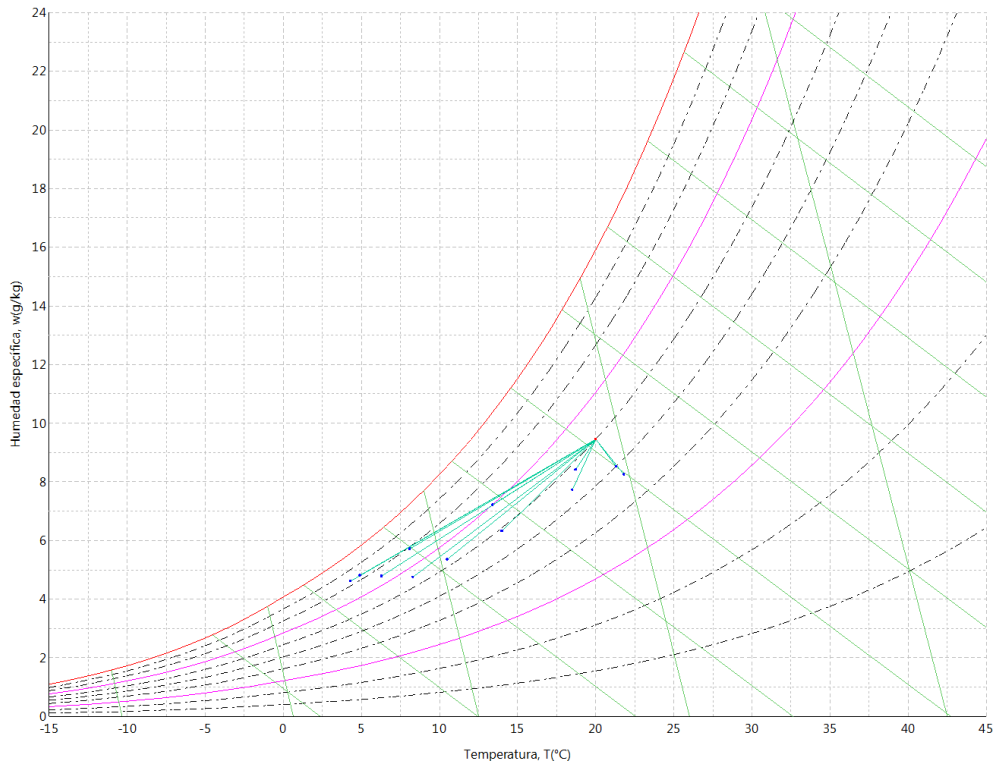
10.9.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

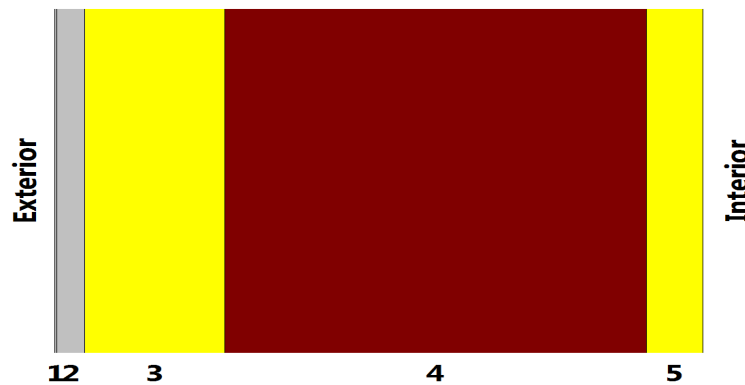
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



10.9.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

CUB ZINC		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _d (m)
R _{se}				0.04		
1	Zinc	0.1	110.000	0.00001	1000000	1000
2	Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2.0	0.130	0.15385	30	0.6
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	10.0	0.034	2.94118	20	2
4	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.937	0.32017	10	3
5	MW Lana mineral [0.034 W/[mK]]	4.0	0.034	1.17647	1	0.04
R _{si}				0.10		

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

Condensaciones

- R: Resistencia térmica del material, $m^2 \cdot K/W$.
 m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
 $S_{a,T}$: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
 R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.
 R_{si} : Resistencia térmica superficial interior del elemento, $m^2 \cdot K/W$.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e_T	cm	46.1
Resistencia térmica total, R_T	$m^2 \cdot K/W$	4.7317
Espesor de aire equivalente total, $S_{a,T}$	m	1005.64
Transmitancia térmica, U	$W/(m^2 \cdot K)$	0.211
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.947

donde:

- E_T : Espesor total del elemento, cm.
 R_T : Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} , $m^2 \cdot K/W$.
 $S_{a,T}$: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
 U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, $W/(m^2 \cdot K)$.
 f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.211 W/m^2 \cdot K$ y $R_{si} = 0.25 m^2 \cdot K/W$.

10.9.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de $f_{Rsi,min}$ queda como sigue:

	q_e (°C)	j_e (%)	q_i (°C)	j_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(q_{si})$ (Pa)	$q_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $q_e \geq q_i$.

donde:

- q_e : Temperatura del aire exterior, °C.
 j_e : Humedad relativa del aire exterior, %.
 q_i : Temperatura del aire interior, °C.
 j_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
 P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
 $P_{sat}(q_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
 $q_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
 $f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0.947 > f_{Rsi,min} = 0.789$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

10.9.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	4.43	837.939	689.042	82.2	--	--
Interfase 1-2	4.43	837.940	837.940	100.0	27.128	79.046
Interfase 2-3	4.94	868.415	868.415	100.0	29.523	59.804
Interfase 3-4	14.70	1672.009	1080.223	64.6	--	--
Interfase 4-5	15.76	1790.134	1397.935	78.1	--	--
Cara interior	19.67	2289.382	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	6.42	961.875	715.662	74.4	--	--
Interfase 1-2	6.42	961.877	961.877	100.0	24.044	103.089
Interfase 2-3	6.86	991.840	991.840	100.0	15.229	75.033
Interfase 3-4	15.38	1746.229	1154.670	66.1	--	--
Interfase 4-5	16.30	1852.881	1398.914	75.5	--	--
Cara interior	19.71	2295.395	1402.171	61.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.40	1101.686	711.302	64.6	--	--
Interfase 1-2	8.40	1101.688	1101.688	100.0	25.481	128.570
Interfase 2-3	8.78	1130.463	1130.463	100.0	3.188	78.221
Interfase 3-4	16.05	1823.322	1238.283	67.9	--	--
Interfase 4-5	16.84	1917.546	1400.014	73.0	--	--
Cara interior	19.75	2301.421	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	10.58	1275.857	799.495	62.7	--	--
Interfase 1-2	10.58	1275.859	1275.859	100.0	22.668	151.239
Interfase 2-3	10.89	1302.381	1302.381	100.0	-12.651	65.570
Interfase 3-4	16.79	1911.554	1341.980	70.2	--	--
Interfase 4-5	17.44	1990.954	1401.379	70.4	--	--
Cara interior	19.80	2308.065	1402.171	60.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.05	1602.997	942.661	58.8	--	--
Interfase 1-2	14.05	1602.998	1602.998	100.0	17.857	169.096
Interfase 2-3	14.25	1623.395	1623.395	100.0	-41.724	23.846
Interfase 3-4	17.98	2059.639	1535.608	74.6	--	--
Interfase 4-5	18.38	2112.815	1403.926	66.4	--	--
Cara interior	19.87	2318.671	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.51	2130.268	1149.432	54.0	--	--
Interfase 1-2	18.51	2130.269	2130.269	100.0	5.120	174.216
Interfase 2-3	18.56	2136.783	2136.783	100.0	-23.846	--
Interfase 3-4	19.49	2264.728	1845.270	81.5	--	--
Interfase 4-5	19.60	2279.052	1408.001	61.8	--	--
Cara interior	19.97	2332.369	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.78	2607.946	1226.874	47.0	--	--
Interfase 1-2	21.78	2607.945	2607.945	100.0	-115.263	58.953
Interfase 2-3	21.73	2598.642	2479.671	95.4	--	--
Interfase 3-4	20.61	2426.271	2052.092	84.6	--	--
Interfase 4-5	20.49	2408.124	1410.722	58.6	--	--
Cara interior	20.04	2342.460	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² .mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.29	2530.048	1265.876	50.0	--	--
Interfase 1-2	21.29	2530.047	2530.047	100.0	-58.953	--
Interfase 2-3	21.25	2523.501	2410.060	95.5	--	--
Interfase 3-4	20.44	2401.165	2010.104	83.7	--	--
Interfase 4-5	20.35	2388.166	1410.170	59.0	--	--
Cara interior	20.03	2340.928	1402.171	59.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.71	2156.867	1250.123	58.0	--	--
Interfase 1-2	18.71	2156.867	1401.318	65.0	--	--
Interfase 2-3	18.75	2162.574	1401.409	64.8	--	--
Interfase 3-4	19.56	2274.244	1401.711	61.6	--	--
Interfase 4-5	19.65	2286.699	1402.165	61.3	--	--
Cara interior	19.97	2332.980	1402.171	60.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

CUB ZINC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.46	1542.175	1075.604	69.7	--	--
Interfase 1-2	13.46	1542.177	1400.339	90.8	--	--
Interfase 2-3	13.67	1563.878	1400.534	89.6	--	--
Interfase 3-4	17.77	2033.562	1401.183	68.9	--	--
Interfase 4-5	18.22	2091.472	1402.158	67.0	--	--
Cara interior	19.86	2316.850	1402.171	60.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.20	1086.943	852.829	78.5	--	--
Interfase 1-2	8.20	1086.945	1086.945	100.0	24.872	24.872
Interfase 2-3	8.59	1115.873	1115.873	100.0	4.454	4.454
Interfase 3-4	15.98	1815.481	1229.483	67.7	--	--
Interfase 4-5	16.79	1910.992	1399.898	73.3	--	--
Cara interior	19.75	2300.817	1402.171	60.9	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

CUB ZI NC	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.03	873.549	718.612	82.3	--	--
Interfase 1-2	5.03	873.550	873.550	100.0	27.045	51.917
Interfase 2-3	5.52	903.936	903.936	100.0	25.827	30.281
Interfase 3-4	14.90	1693.979	1101.648	65.0	--	--
Interfase 4-5	15.93	1808.760	1398.216	77.3	--	--
Cara interior	19.68	2291.185	1402.171	61.2	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es noviembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	56.651	39.273	28.670	22.668	17.857	5.120	--	--	--	--	29.326	52.872
g _{ev} g/(m ² ·mes)	--	--	--	12.651	41.724	23.846	115.263	58.953	--	--	--	--
M _a (g/m ²)	138.849	178.122	206.792	216.809	192.942	174.216	58.953	--	--	--	29.326	82.199

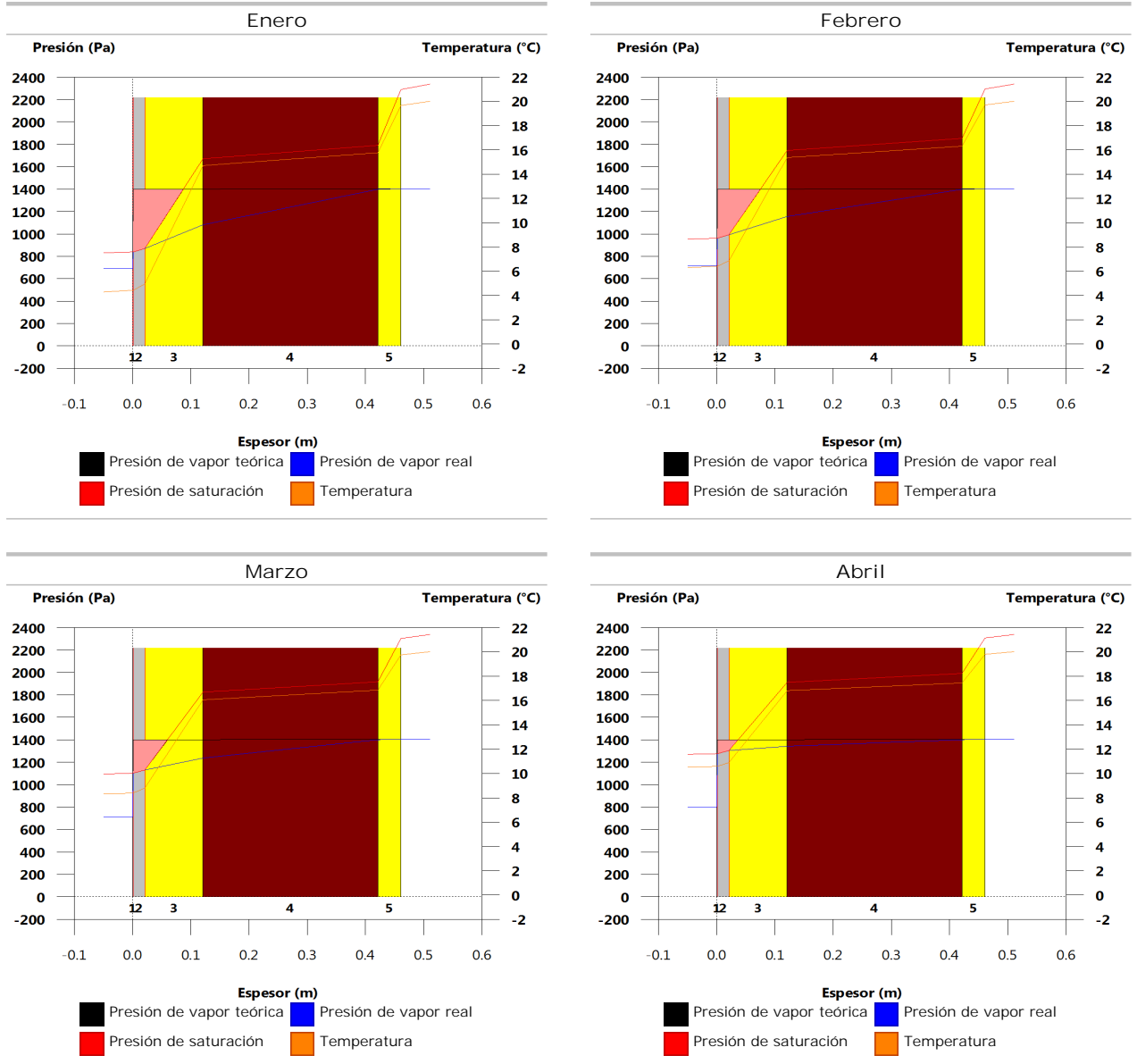
Condensaciones

donde:

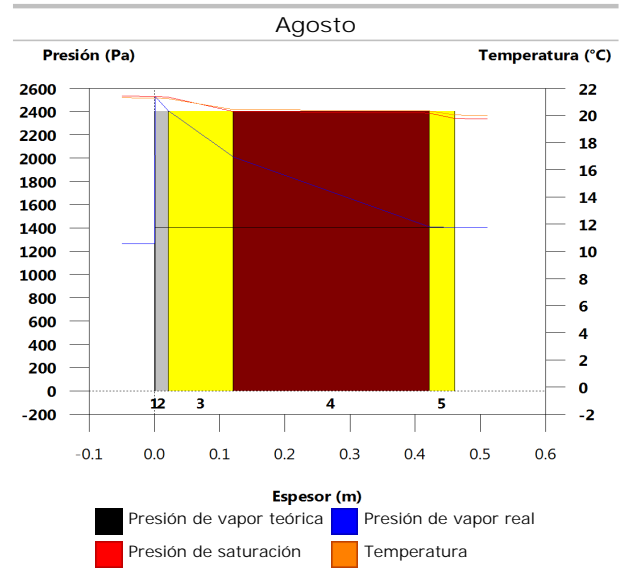
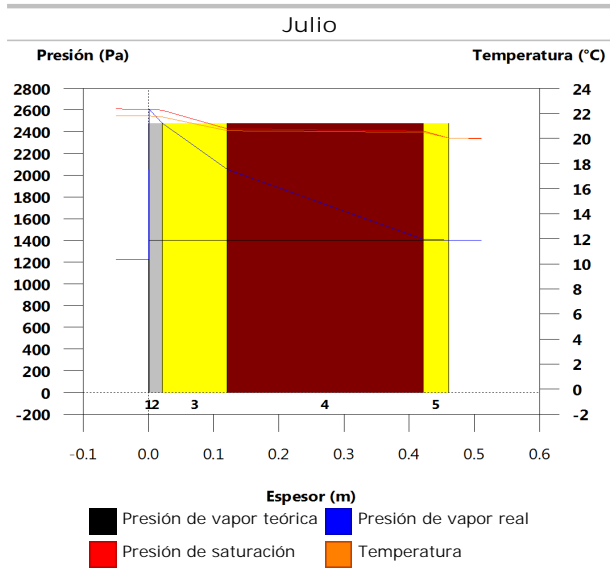
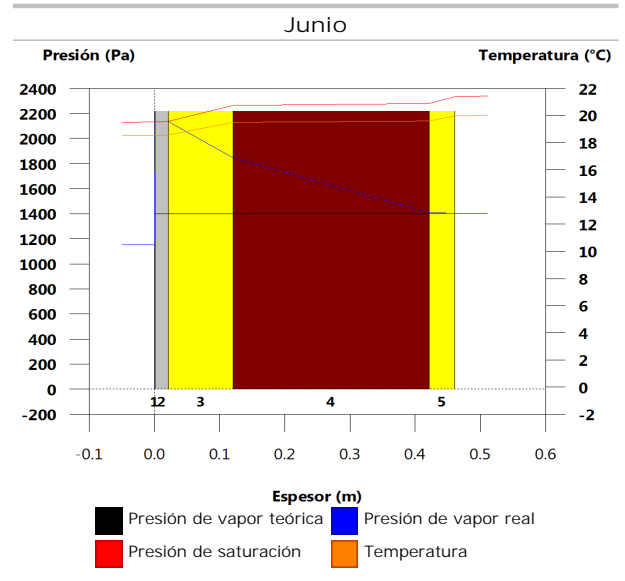
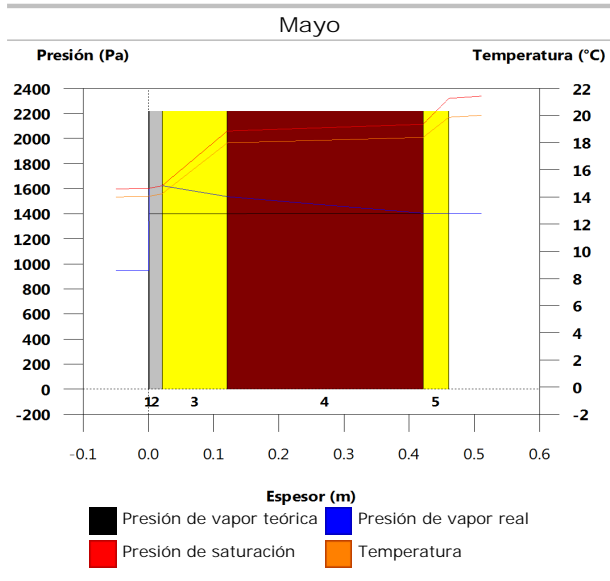
- g_c : Densidad de flujo de condensación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, $g/(m^2 \cdot mes)$.
- M_s : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m^2 .

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

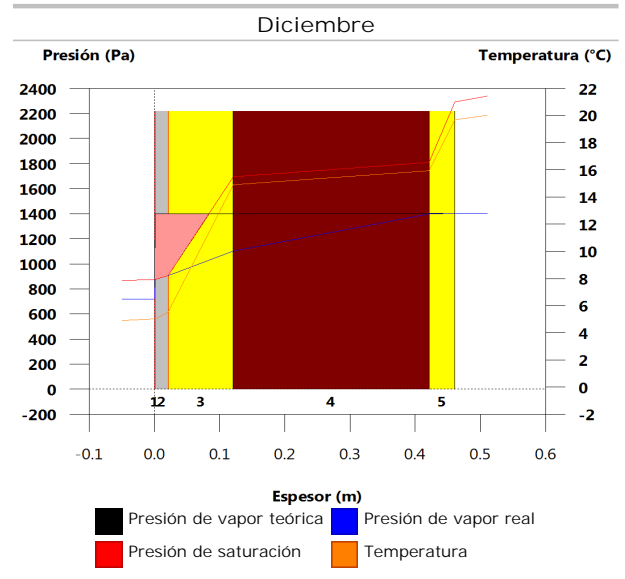
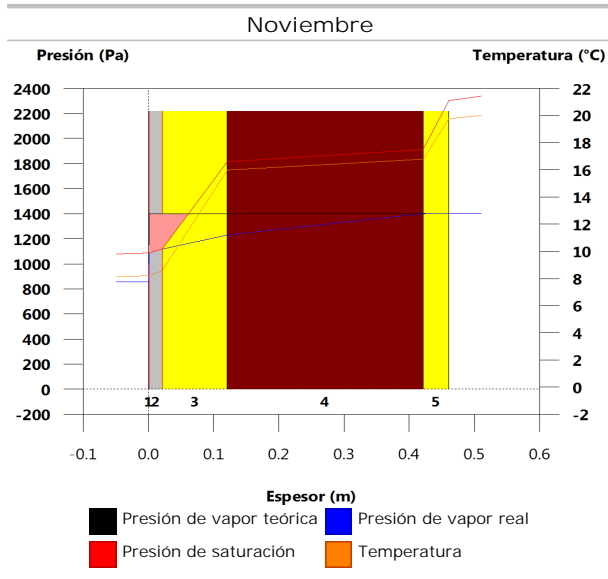
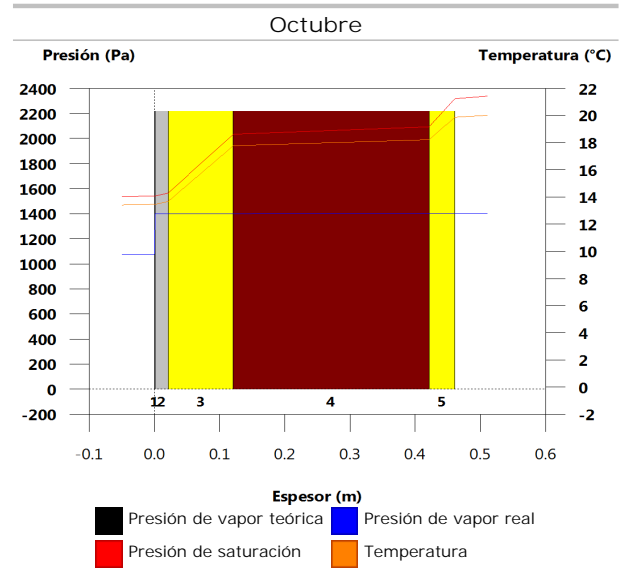
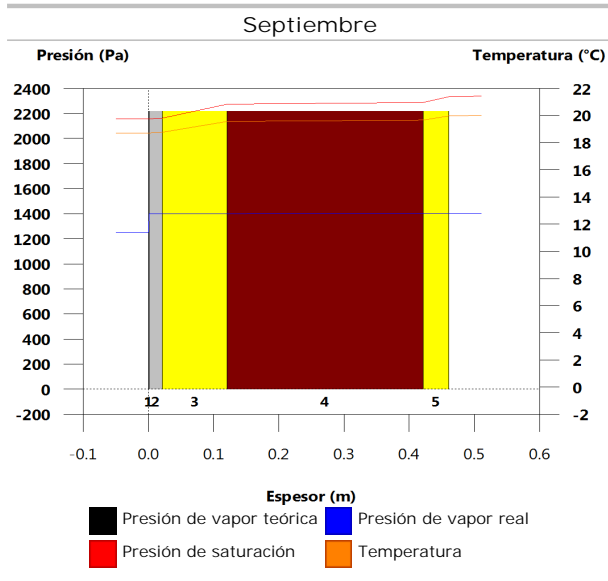
10.9.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



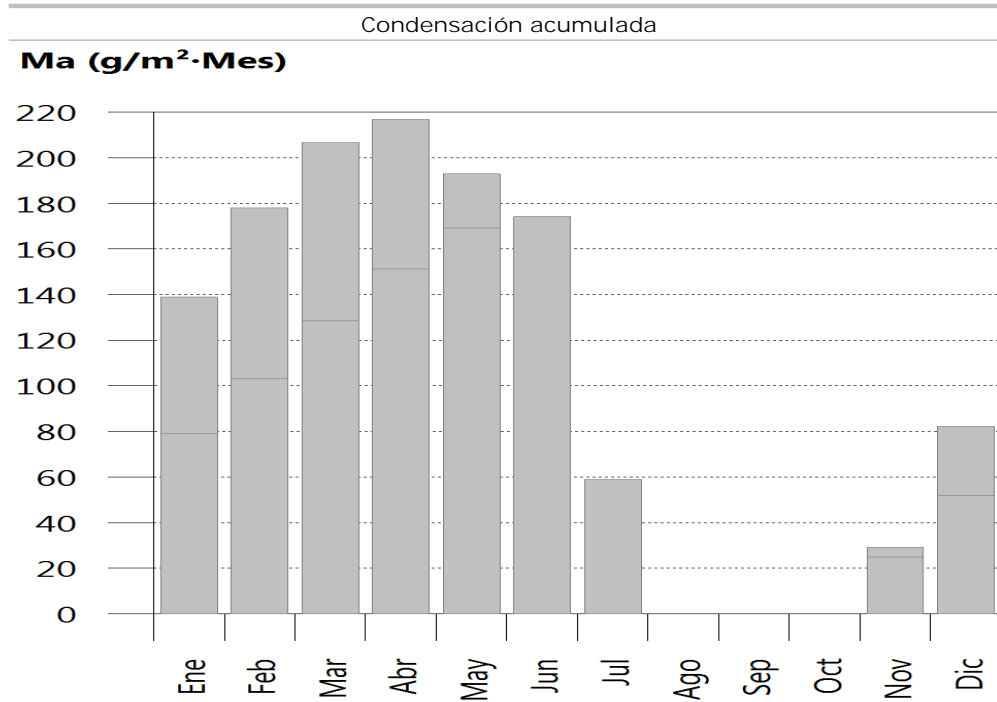
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



10.10. FOR EXT-AUL

10.10.1. Resultados del cálculo de condensaciones

10.10.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.914 \quad f_{Rsi,min} = 0.789$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.345 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

10.10.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: diciembre, enero, febrero, marzo, abril. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

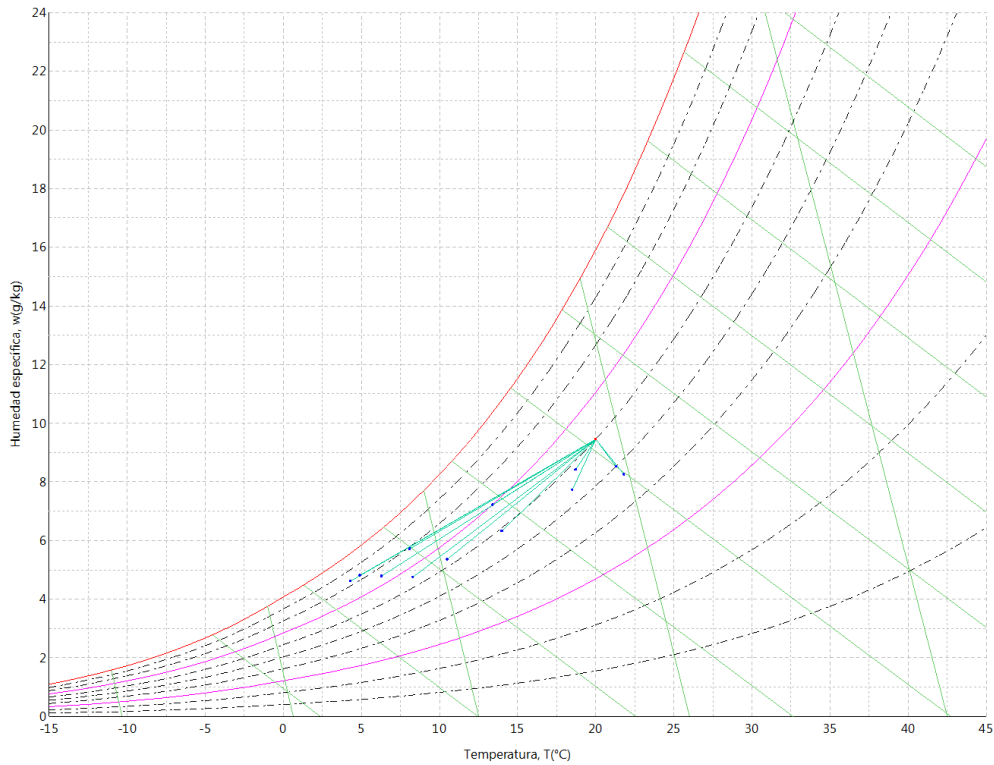
10.10.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	21.3	18.7	13.4	8.1	4.9
Humedad relativa, φ_e	(%)	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, φ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 650 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



10.10.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

FOR EXT-AUL		e	l	R	m	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R_{se}				0.17		
1	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2.0	0.570	0.03509	6	0.12
2	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	2.0	0.040	0.50000	1	0.02
3	FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30.0	1.430	0.20979	80	24
4	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	7.0	0.040	1.75000	1	0.07
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.0	0.700	0.05714	10	0.4
6	Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2.0	2.600	0.00769	30	0.6
R_{si}				0.17		

donde:

e: Espesor, cm.

Condensaciones

- I: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	47.0
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	2.8997
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	25.21
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.345
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.914

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.345 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

10.10.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} ≤ 0.8.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.3	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.789
Febrero	6.3	75.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.758
Marzo	8.3	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.717
Abril	10.5	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
Mayo	14.0	59.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.448
Junio	18.5	54.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Julio	21.8	47.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	21.3	50.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	18.7	58.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Octubre	13.4	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.498
Noviembre	8.1	79.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.722
Diciembre	4.9	83.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.781

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que q_e > q_i.

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.914 > f_{Rsi,min} = 0.789, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

10.10.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.30	830.171	689.042	83.0		
Cara exterior	5.22	885.371	689.042	77.8	--	--
Interfase 1-2	5.41	897.159	692.437	77.2	--	--
Interfase 2-3	8.12	1080.823	693.003	64.1	--	--
Interfase 3-4	9.25	1167.249	1167.249	100.0	106.999	197.550
Interfase 4-5	18.73	2159.233	1182.618	54.8	--	--
Interfase 5-6	19.04	2201.351	1270.439	57.7	--	--
Cara interior	19.08	2207.075	1402.171	63.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	6.30	954.216	715.662	75.0		
Cara exterior	7.10	1008.454	715.662	71.0	--	--
Interfase 1-2	7.27	1019.981	718.930	70.5	--	--
Interfase 2-3	9.63	1197.313	719.475	60.1	--	--
Interfase 3-4	10.62	1279.446	1279.446	100.0	44.194	241.745
Interfase 4-5	18.89	2181.194	1287.475	59.0	--	--
Interfase 5-6	19.16	2218.233	1333.353	60.1	--	--
Cara interior	19.20	2223.261	1402.171	63.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Condensaciones

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.30	1094.311	711.302	65.0		
Cara exterior	8.99	1146.365	711.302	62.0	--	--
Interfase 1-2	9.13	1157.375	714.591	61.7	--	--
Interfase 2-3	11.14	1324.705	715.139	54.0	0.625	0.625
Interfase 3-4	11.99	1401.015	1401.015	100.0	-14.727	227.018
Interfase 4-5	19.05	2203.350	1401.091	63.6	--	--
Interfase 5-6	19.28	2235.228	1401.523	62.7	--	--
Cara interior	19.31	2239.550	1402.171	62.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.50	1269.039	799.495	63.0		
Cara exterior	11.06	1316.986	799.495	60.7	--	--
Interfase 1-2	11.17	1327.078	802.364	60.5	2501.698	2501.698
Interfase 2-3	12.81	1478.455	1478.455	100.0	-0.625	--
Interfase 3-4	13.50	1546.353	1546.353	100.0	-71.321	155.697
Interfase 4-5	19.23	2227.949	1536.920	69.0	--	--
Interfase 5-6	19.42	2254.055	1483.021	65.8	--	--
Cara interior	19.44	2257.589	1402.171	62.1	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.00	1597.731	942.661	59.0		
Cara exterior	14.35	1634.567	942.661	57.7	--	--
Interfase 1-2	14.42	1642.262	1642.262	100.0	-2501.698	--
Interfase 2-3	15.46	1755.422	1642.398	93.6	--	--
Interfase 3-4	15.89	1804.901	1804.901	100.0	-155.697	--
Interfase 4-5	19.51	2267.579	1778.554	78.4	--	--
Interfase 5-6	19.63	2284.291	1628.001	71.3	--	--
Cara interior	19.65	2286.549	1402.171	61.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1149.432	54.0		
Cara exterior	18.59	2140.329	1149.432	53.7	--	--
Interfase 1-2	18.61	2142.761	1150.635	53.7	--	--
Interfase 2-3	18.86	2177.688	1150.835	52.8	--	--
Interfase 3-4	18.97	2192.490	1391.444	63.5	--	--
Interfase 4-5	19.88	2319.436	1392.145	60.0	--	--
Interfase 5-6	19.91	2323.688	1396.155	60.1	--	--
Cara interior	19.91	2324.260	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1226.874	47.0		
Cara exterior	21.69	2593.602	1226.874	47.3	--	--
Interfase 1-2	21.67	2590.152	1227.708	47.4	--	--
Interfase 2-3	21.36	2541.436	1227.847	48.3	--	--
Interfase 3-4	21.23	2521.235	1394.730	55.3	--	--
Interfase 4-5	20.15	2358.122	1395.217	59.2	--	--
Interfase 5-6	20.11	2352.955	1397.999	59.4	--	--
Cara interior	20.11	2352.260	1402.171	59.6	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.30	2531.752	1265.876	50.0		
Cara exterior	21.22	2519.952	1265.876	50.2	--	--
Interfase 1-2	21.21	2517.523	1266.525	50.3	--	--
Interfase 2-3	20.98	2483.124	1266.633	51.0	--	--
Interfase 3-4	20.89	2468.814	1396.386	56.6	--	--
Interfase 4-5	20.11	2352.224	1396.764	59.4	--	--
Interfase 5-6	20.08	2348.500	1398.927	59.6	--	--
Cara interior	20.08	2347.999	1402.171	59.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.70	2155.385	1250.123	58.0		
Cara exterior	18.78	2165.679	1250.123	57.7	--	--
Interfase 1-2	18.79	2167.808	1250.847	57.7	--	--
Interfase 2-3	19.02	2198.359	1250.968	56.9	--	--
Interfase 3-4	19.11	2211.289	1395.717	63.1	--	--
Interfase 4-5	19.89	2321.765	1396.139	60.1	--	--
Interfase 5-6	19.92	2325.452	1398.552	60.1	--	--
Cara interior	19.92	2325.949	1402.171	60.3	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.40	1536.577	1075.604	70.0		
Cara exterior	13.79	1575.774	1075.604	68.3	--	--
Interfase 1-2	13.87	1583.973	1077.158	68.0	--	--
Interfase 2-3	15.00	1704.939	1077.417	63.2	--	--
Interfase 3-4	15.48	1758.058	1388.310	79.0	--	--
Interfase 4-5	19.47	2260.741	1389.217	61.4	--	--
Interfase 5-6	19.60	2279.083	1394.398	61.2	--	--
Cara interior	19.61	2281.562	1402.171	61.5	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.10	1079.531	852.829	79.0		
Cara exterior	8.80	1131.864	852.829	75.3	--	--
Interfase 1-2	8.94	1142.940	855.444	74.8	--	--
Interfase 2-3	10.99	1311.451	855.880	65.3	--	--
Interfase 3-4	11.85	1388.418	1378.855	99.3	--	--
Interfase 4-5	19.04	2201.125	1380.380	62.7	--	--
Interfase 5-6	19.27	2233.524	1389.096	62.2	--	--
Cara interior	19.30	2237.917	1402.171	62.7	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

FOR EXT-AUL	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	718.612	83.0		
Cara exterior	5.79	920.824	718.612	78.0	--	--
Interfase 1-2	5.97	932.557	721.866	77.4	--	--
Interfase 2-3	8.57	1114.674	722.408	64.8	--	--
Interfase 3-4	9.66	1199.962	1199.962	100.0	90.552	90.552
Interfase 4-5	18.78	2165.801	1213.190	56.0	--	--
Interfase 5-6	19.07	2206.404	1288.782	58.4	--	--
Cara interior	19.11	2211.920	1402.171	63.4	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es diciembre, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												

Condensaciones

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
g_c g/(m ² .mes)	106.999	44.194	0.625	2501.698	--	--	--	--	--	--	--	90.552
g_{ev} g/(m ² .mes)	--	--	14.727	71.946	2657.395	--	--	--	--	--	--	--
M_a (g/m ²)	197.550	241.745	227.643	2657.395	--	--	--	--	--	--	--	90.552

donde:

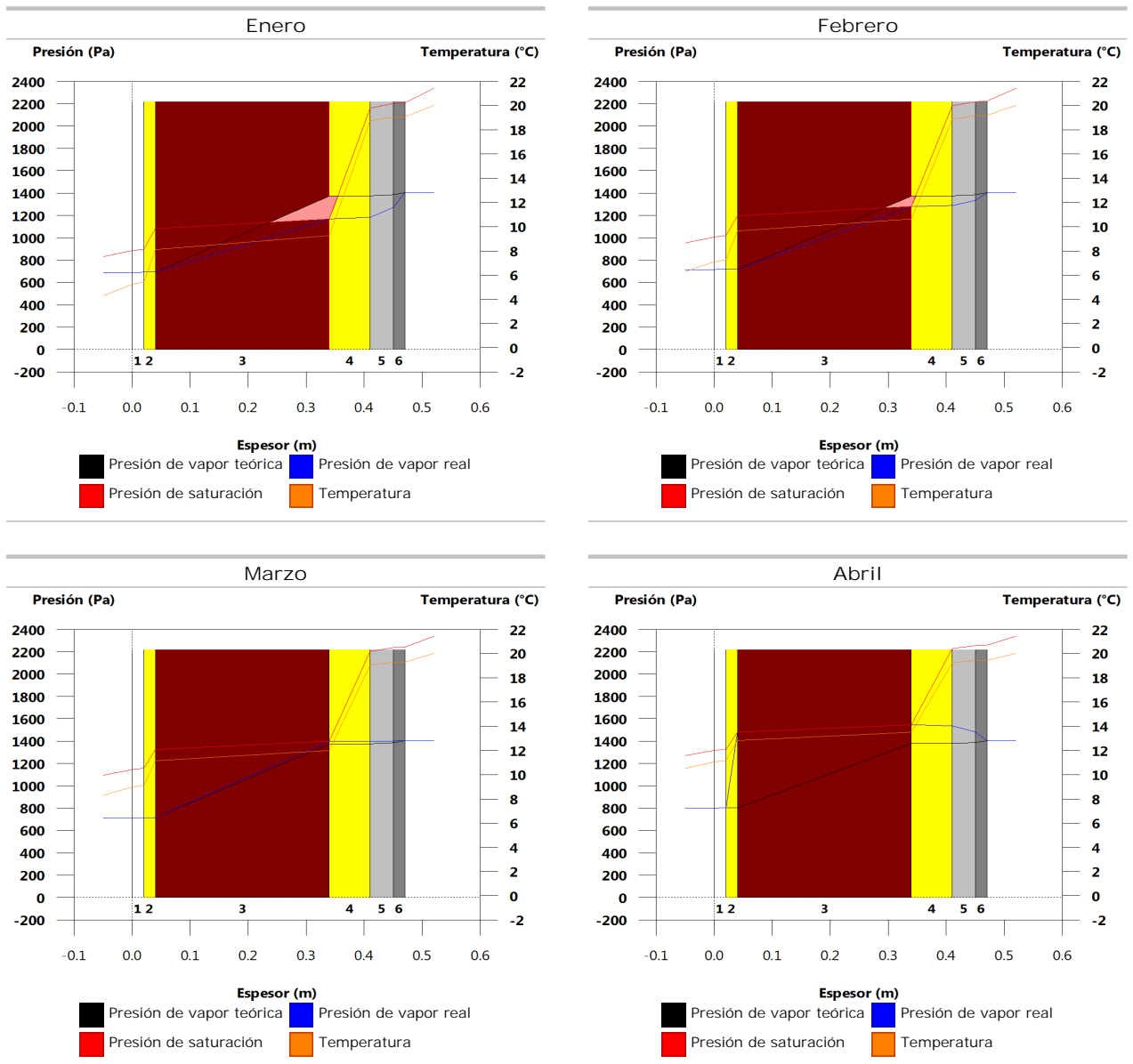
g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m².mes).

g_{ev} : Densidad de flujo de evaporación, g/(m².mes).

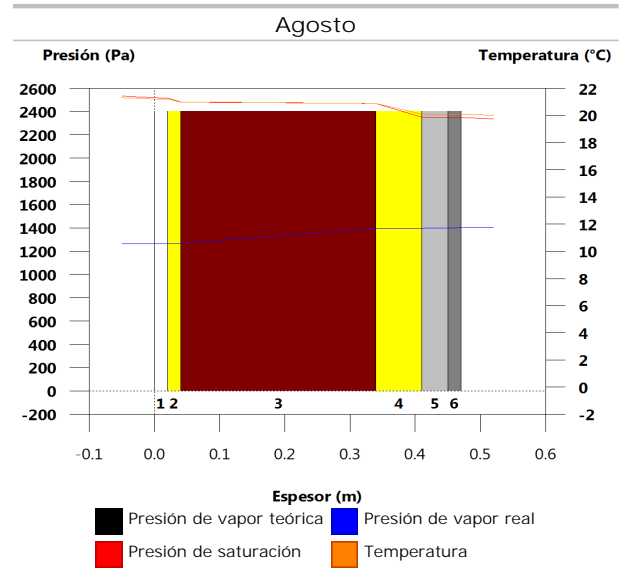
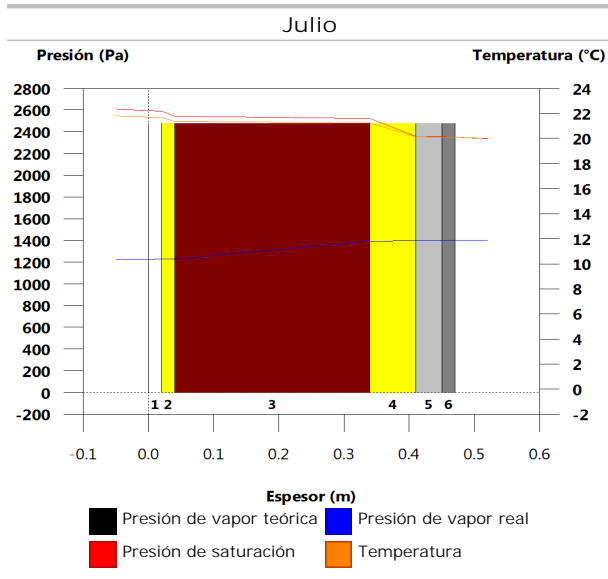
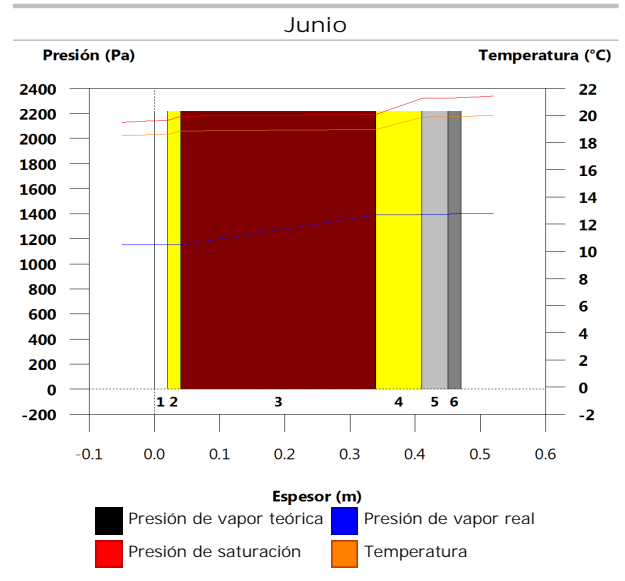
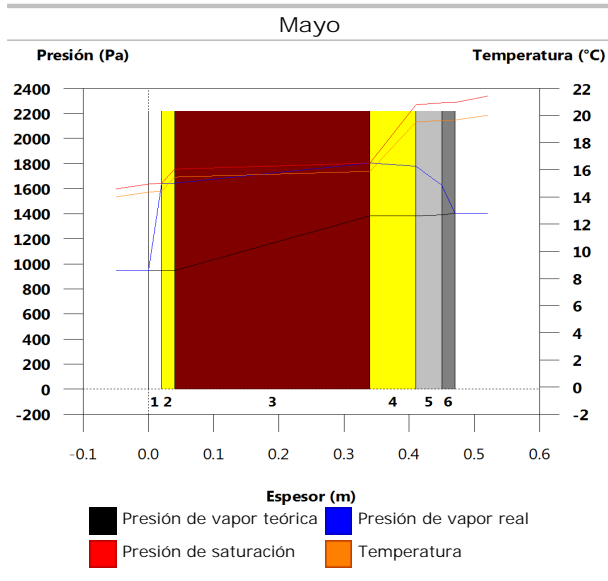
M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

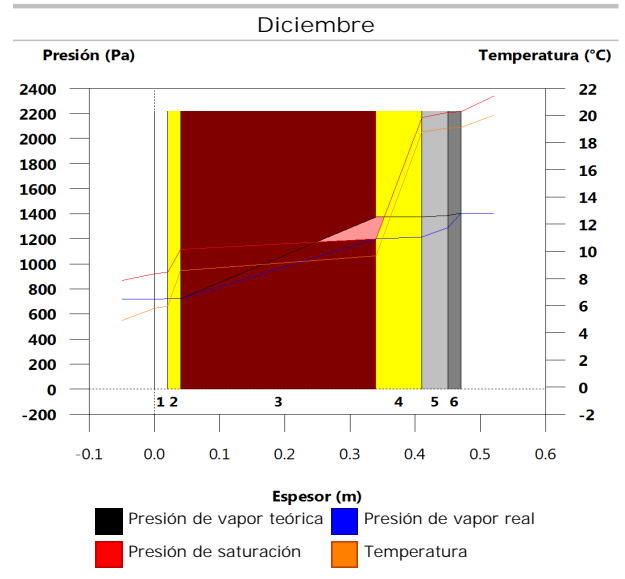
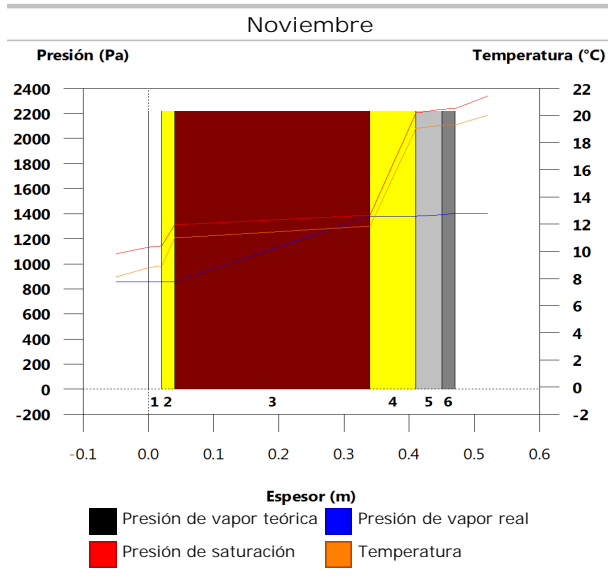
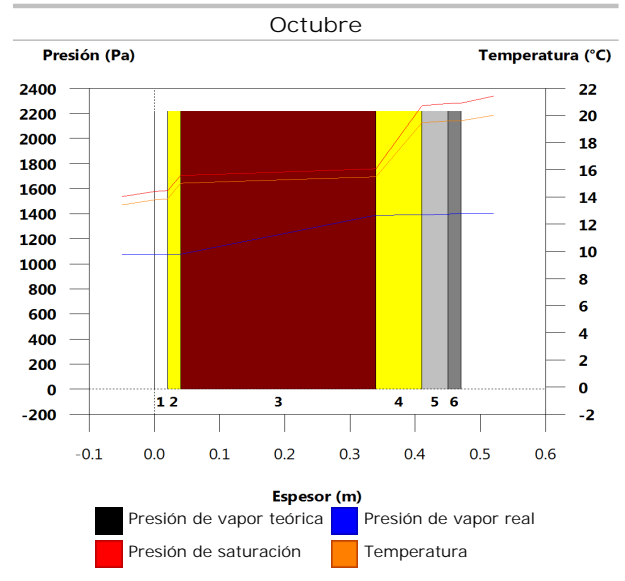
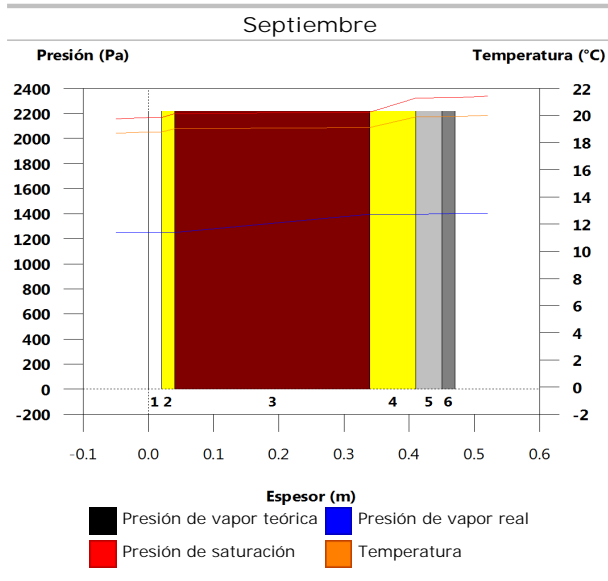
10.10.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



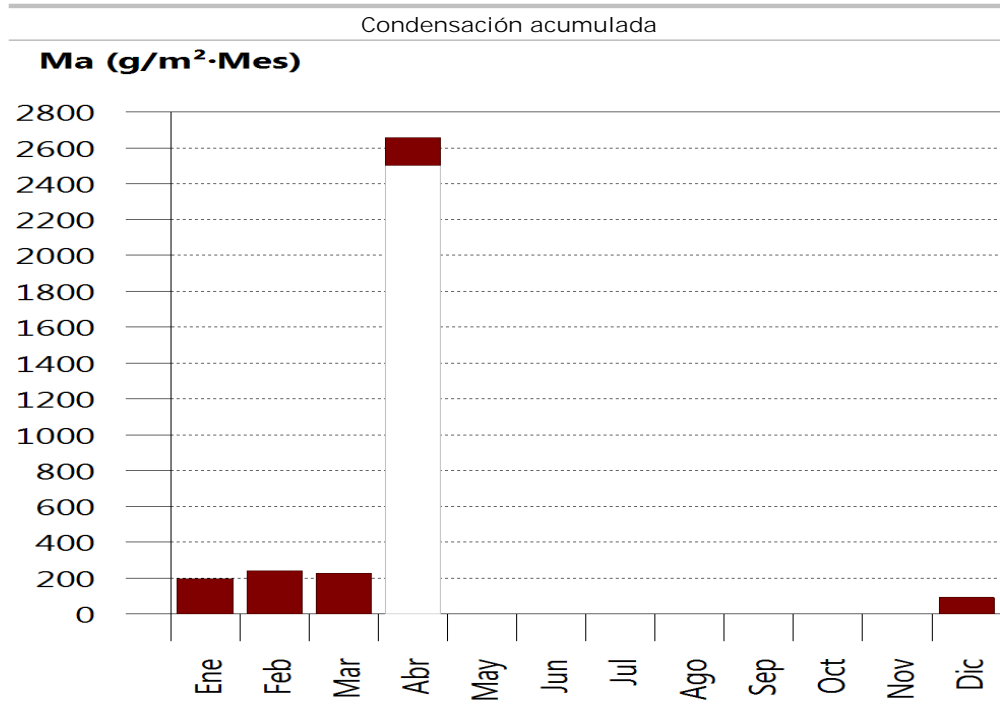
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



PROYECTO DE EJECUCIÓN

NUEVO CONSERVATORIO PROFESIONAL DE MÚSICA EN LA ANTIGUA UNIVERSIDAD LABORAL, ZAMORA. EXPEDIENTE Nº: A2020/000031

4. CONFORT

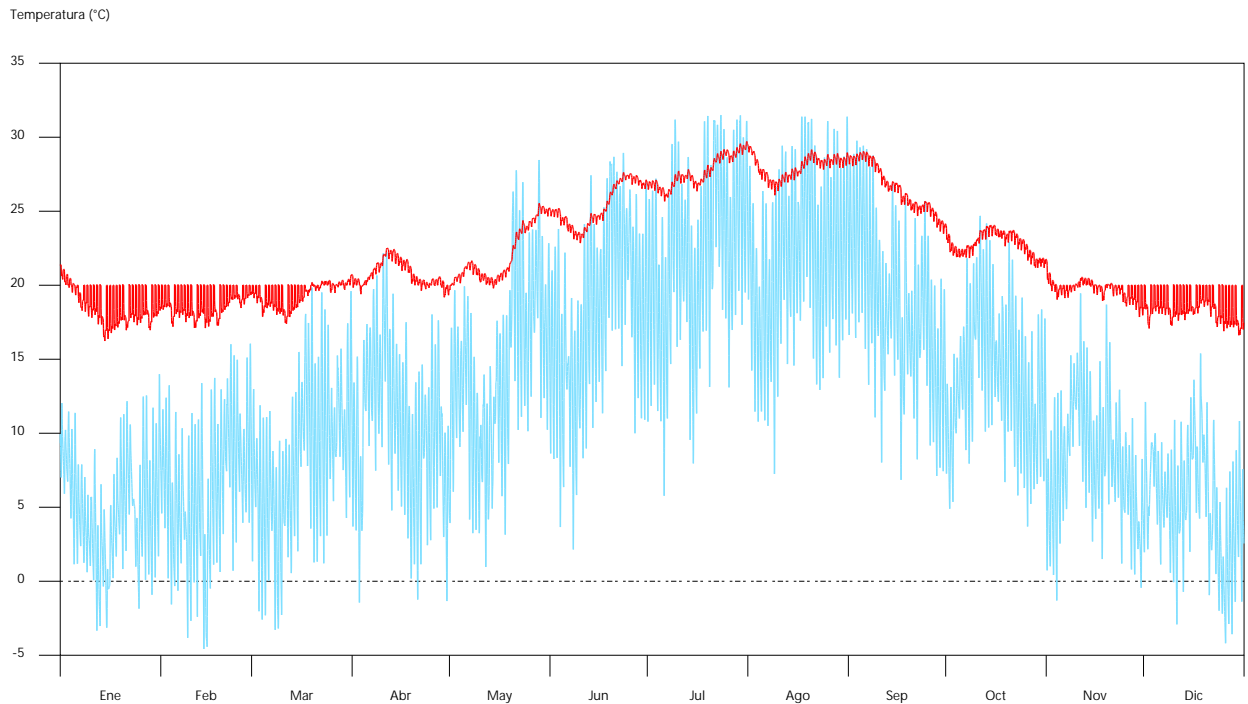
Confort interior

ÍNDICE

1. Z02_ZONA 1.....	3
2. Z03_ZONA 2.....	4
3. Z04_ZONA 3.....	5
4. Z05_ZONA 4.....	6
5. Z06_ZONA 5.....	7
6. Z07_ZONA 6.....	8
7. Z08_ZONA 7.....	9
8. Z09_ZONA 8.....	10
9. Z10_ZONA 9.....	11
10. Z11_ZONA10.....	12

Confort interior

1. Z02_ZONA 1



■ Temperatura exterior
■ Temperatura del aire interior de la zona

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima de confort (-)													
$T_{int,max}$ (°C)	21.4	20.1	20.7	22.5	25.5	27.6	29.7	29.5	29.1	24.1	21.8	20.1	29.7
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatura mínima de confort (-)													
$T_{int,min}$ (°C)	16.2	17.1	17.4	19.2	19.7	22.8	25.7	26.1	23.5	21.2	17.9	16.6	16.2
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas fuera de consigna*													
Calefacción (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Calefacción (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

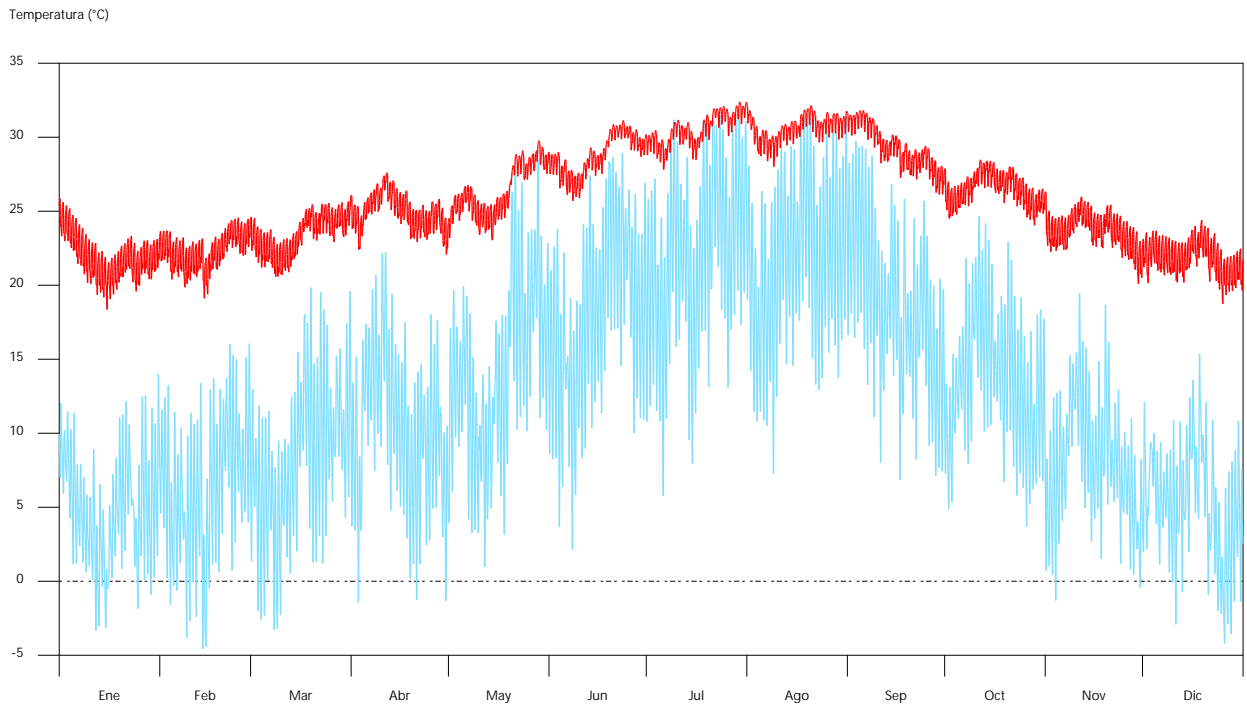
*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

donde:

T_{int} : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
 $T_{int,max}$: Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
 $T_{int,min}$: Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
 $T_{max,conf}$: Temperatura máxima de confort, °C.
 $T_{min,conf}$: Temperatura mínima de confort, °C.

Confort interior

2. Z03_ZONA 2



■ Temperatura exterior
■ Temperatura del aire interior de la zona

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima de confort (-)													
$T_{int,max}$ (°C)	25.8	24.6	26.1	27.6	29.8	31.1	32.4	32.3	31.8	28.5	26.3	24.4	32.4
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatura mínima de confort (-)													
$T_{int,min}$ (°C)	18.4	19.1	20.6	22.1	23.0	25.7	27.8	28.0	26.1	24.1	20.1	18.7	18.4
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas fuera de consigna*													
Calefacción (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Calefacción (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

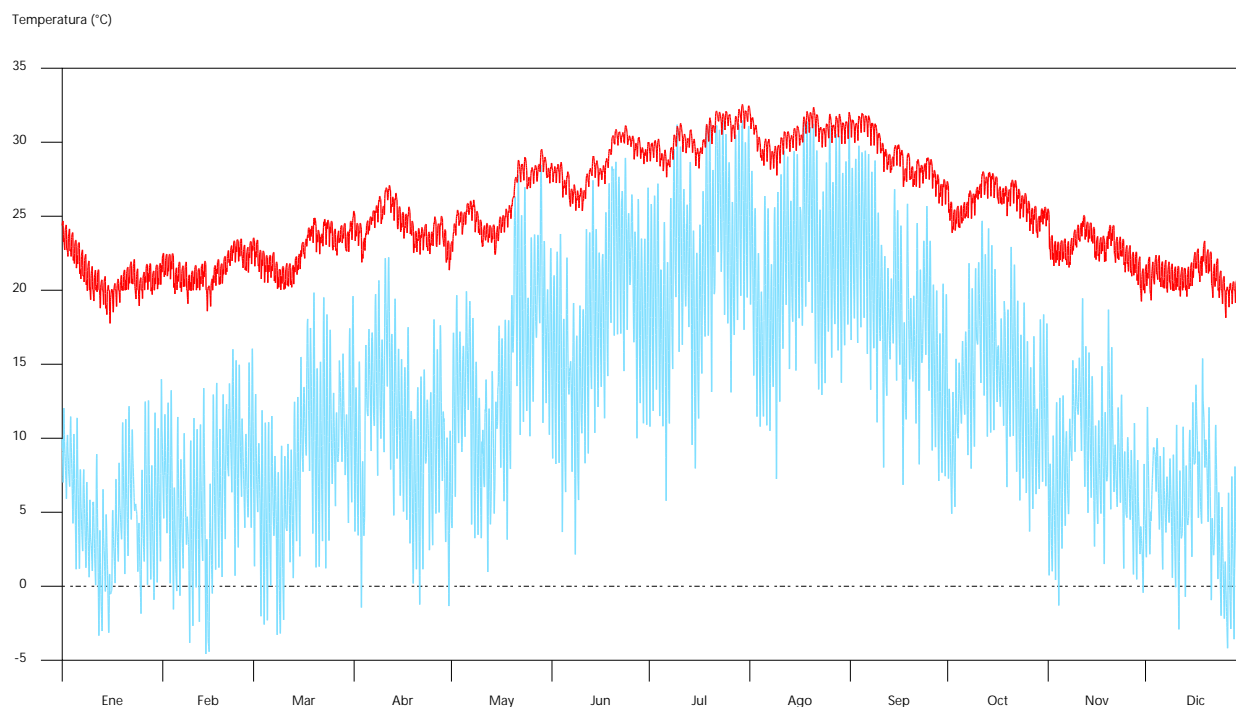
*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

donde:

- T_{int} : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,max}$: Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,min}$: Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{max,conf}$: Temperatura máxima de confort, °C.
- $T_{min,conf}$: Temperatura mínima de confort, °C.

Confort interior

3. Z04_ZONA 3



■ Temperatura exterior
■ Temperatura del aire interior de la zona

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima de confort (-)													
$T_{int,max}$ (°C)	24.7	23.5	25.4	27.1	29.5	31.1	32.6	32.4	32.0	28.0	25.5	23.3	32.6
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatura mínima de confort (-)													
$T_{int,min}$ (°C)	17.8	18.6	20.0	21.4	22.4	25.4	27.6	27.8	25.7	23.6	19.2	18.1	17.8
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas fuera de consigna*													
Calefacción (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Calefacción (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

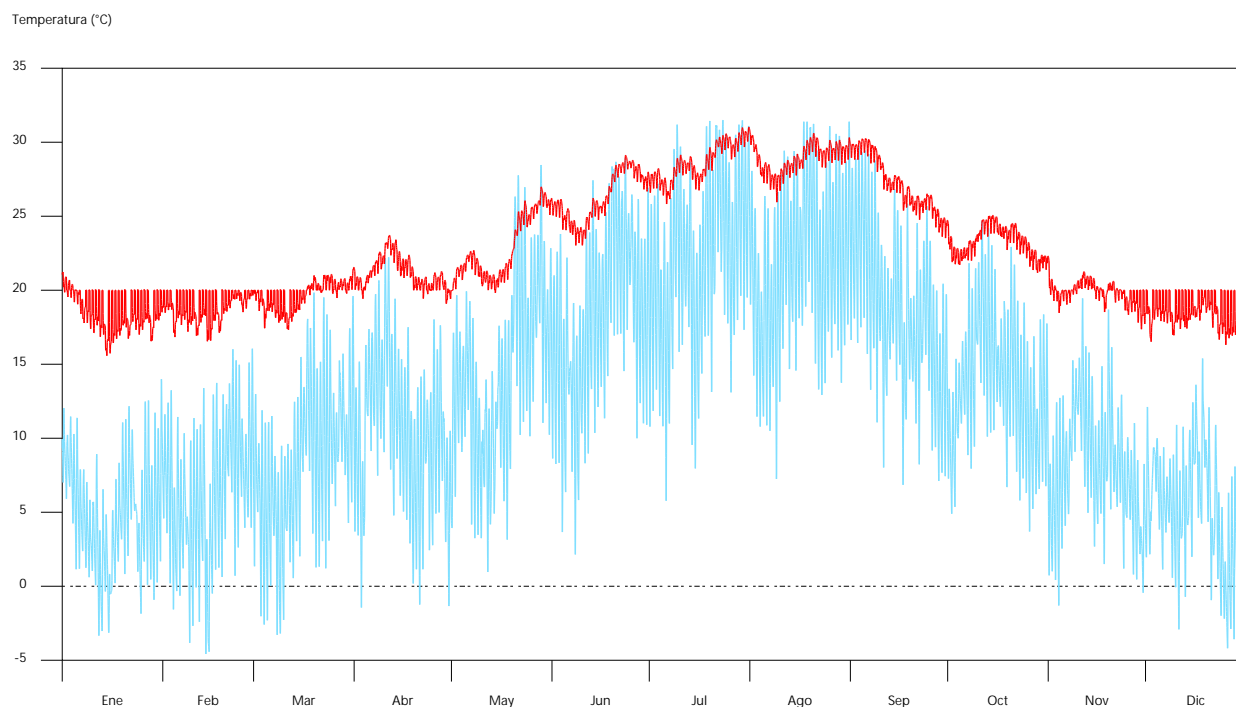
*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

donde:

- T_{int} : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,max}$: Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,min}$: Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{max,conf}$: Temperatura máxima de confort, °C.
- $T_{min,conf}$: Temperatura mínima de confort, °C.

Confort interior

4. Z05_ZONA 4



■ Temperatura exterior
■ Temperatura del aire interior de la zona

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima de confort (-)													
$T_{int,max}$ (°C)	21.2	20.1	21.6	23.7	27.0	29.1	31.0	30.8	30.3	25.1	22.3	20.1	31.0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatura mínima de confort (-)													
$T_{int,min}$ (°C)	15.6	16.6	17.3	19.1	19.8	23.0	25.8	26.0	23.5	21.2	17.4	16.3	15.6
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas fuera de consigna*													
Calefacción (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Calefacción (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

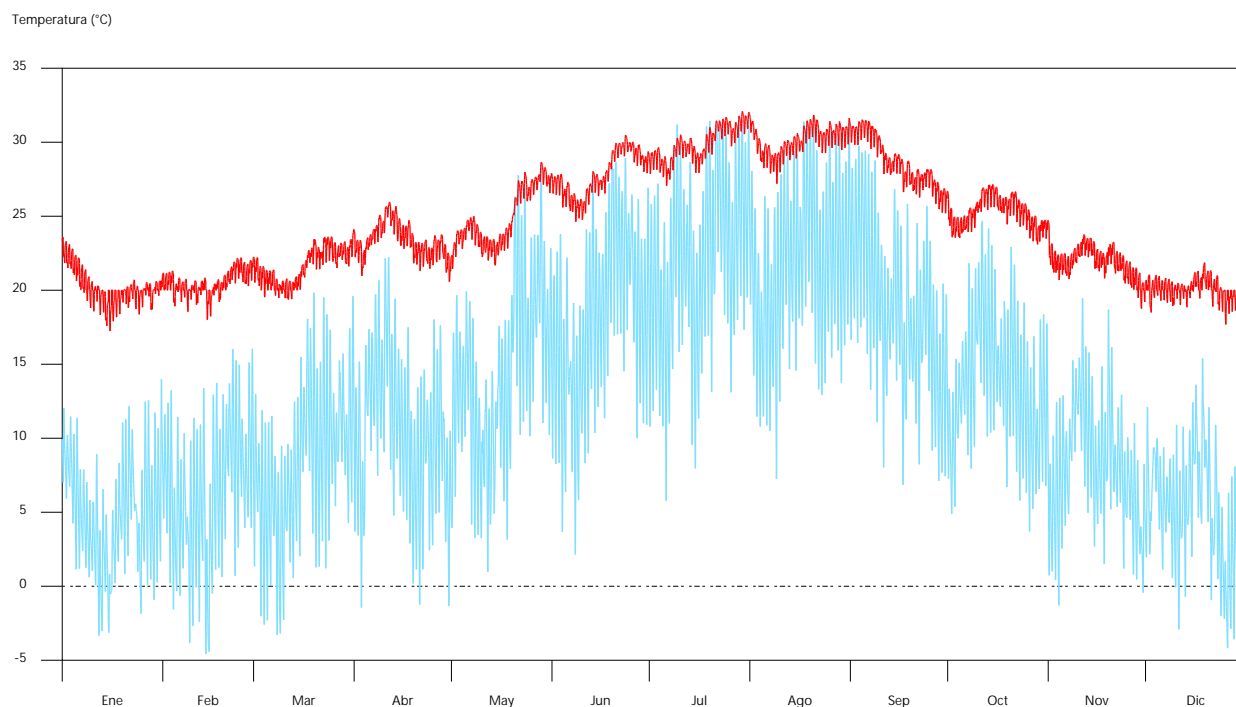
*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

donde:

T_{int} : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
 $T_{int,max}$: Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
 $T_{int,min}$: Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
 $T_{max,conf}$: Temperatura máxima de confort, °C.
 $T_{min,conf}$: Temperatura mínima de confort, °C.

Confort interior

5. Z06_ZONA 5



■ Temperatura exterior
■ Temperatura del aire interior de la zona

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima de confort (-)													
$T_{int,max}$ (°C)	23.6	22.2	24.1	26.0	28.6	30.5	32.1	31.8	31.5	27.1	24.7	21.9	32.1
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatura mínima de confort (-)													
$T_{int,min}$ (°C)	17.2	18.0	19.4	20.6	21.4	24.6	27.1	27.2	25.2	23.1	18.8	17.7	17.2
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas fuera de consigna*													
Calefacción (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Calefacción (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

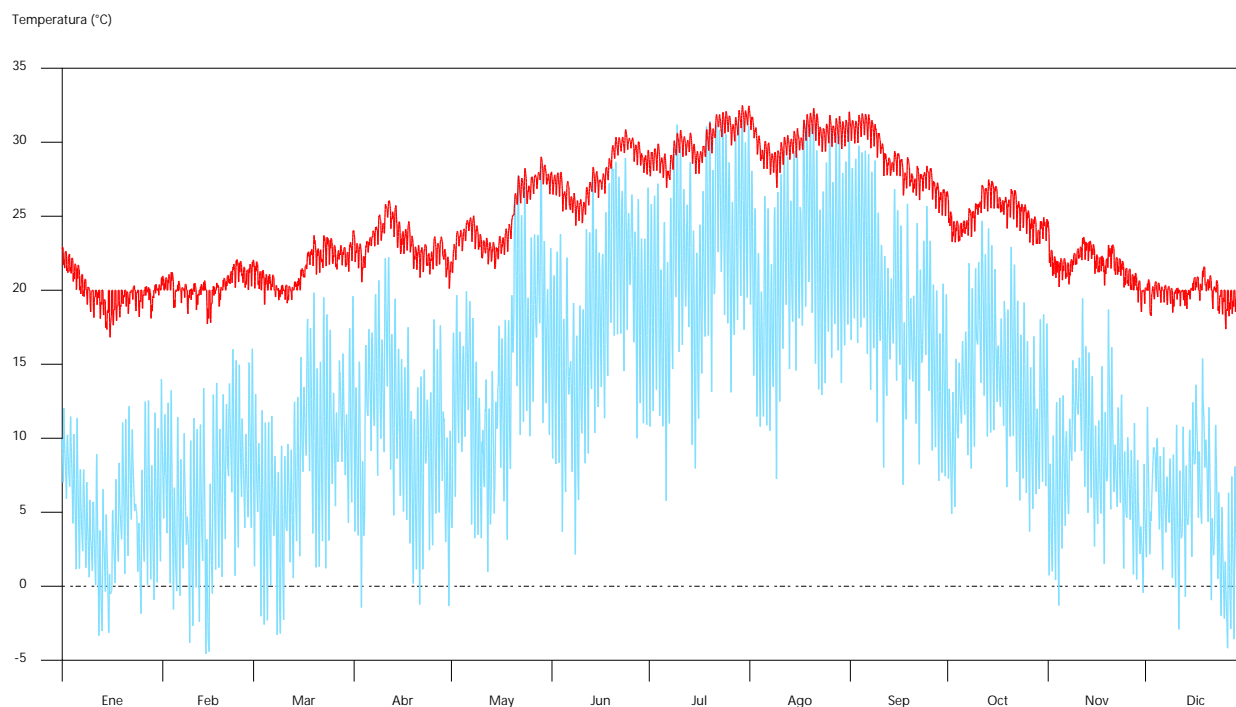
*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

donde:

- T_{int} : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,max}$: Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,min}$: Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{max,conf}$: Temperatura máxima de confort, °C.
- $T_{min,conf}$: Temperatura mínima de confort, °C.

Confort interior

6. Z07_ZONA 6



■ Temperatura exterior
■ Temperatura del aire interior de la zona

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima de confort (-)													
$T_{int,max}$ (°C)	22.9	22.1	24.0	26.1	29.0	30.9	32.5	32.3	31.9	27.5	24.5	21.6	32.5
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatura mínima de confort (-)													
$T_{int,min}$ (°C)	16.8	17.7	19.0	20.1	21.2	24.4	26.9	26.9	25.0	23.0	18.5	17.4	16.8
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas fuera de consigna*													
Calefacción (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Calefacción (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

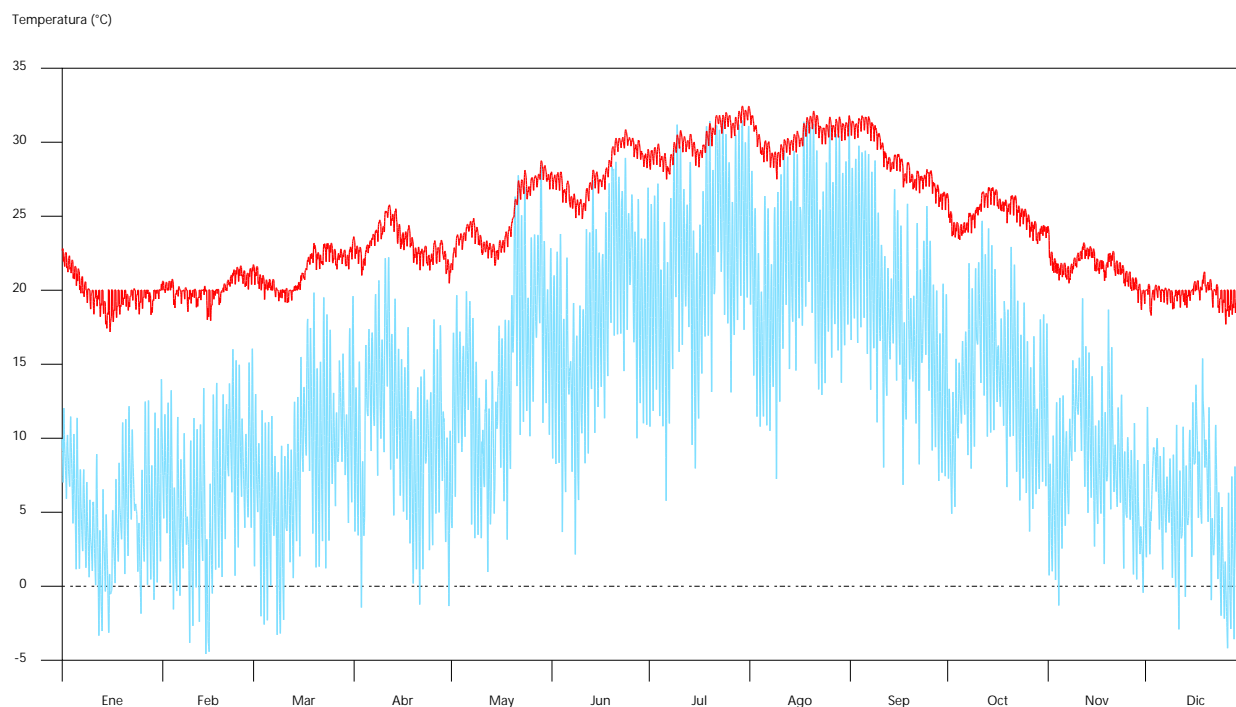
*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

donde:

- T_{int} : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,max}$: Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,min}$: Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{max,conf}$: Temperatura máxima de confort, °C.
- $T_{min,conf}$: Temperatura mínima de confort, °C.

Confort interior

7. Z08_ZONA 7



■ Temperatura exterior
■ Temperatura del aire interior de la zona

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima de confort (-)													
$T_{int,max}$ (°C)	22.8	21.7	23.6	25.8	28.8	30.8	32.5	32.1	31.8	26.9	24.3	21.2	32.5
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatura mínima de confort (-)													
$T_{int,min}$ (°C)	17.2	17.9	19.2	20.5	21.4	24.8	27.5	27.5	25.4	23.1	18.7	17.7	17.2
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas fuera de consigna*													
Calefacción (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Calefacción (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

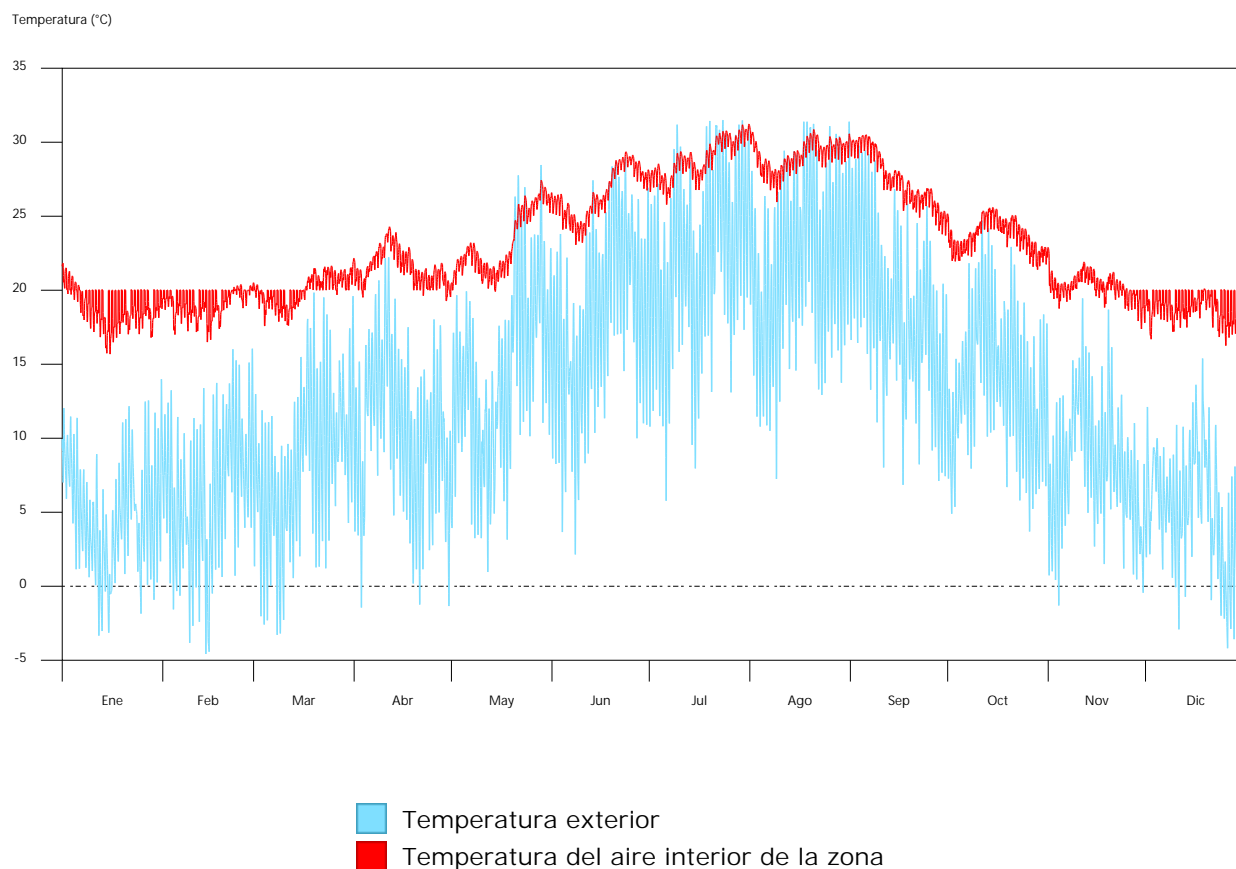
*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

donde:

- T_{int} : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,max}$: Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,min}$: Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{max,conf}$: Temperatura máxima de confort, °C.
- $T_{min,conf}$: Temperatura mínima de confort, °C.

Confort interior

8. Z09_ZONA 8



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima de confort (-)													
$T_{int,max}$ (°C)	21.8	20.5	22.2	24.3	27.4	29.4	31.2	31.0	30.5	25.6	22.9	20.1	31.2
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatura mínima de confort (-)													
$T_{int,min}$ (°C)	15.7	16.5	17.6	19.3	19.9	23.1	25.8	26.0	23.7	21.4	17.4	16.3	15.7
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas fuera de consigna*													
Calefacción (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Calefacción (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

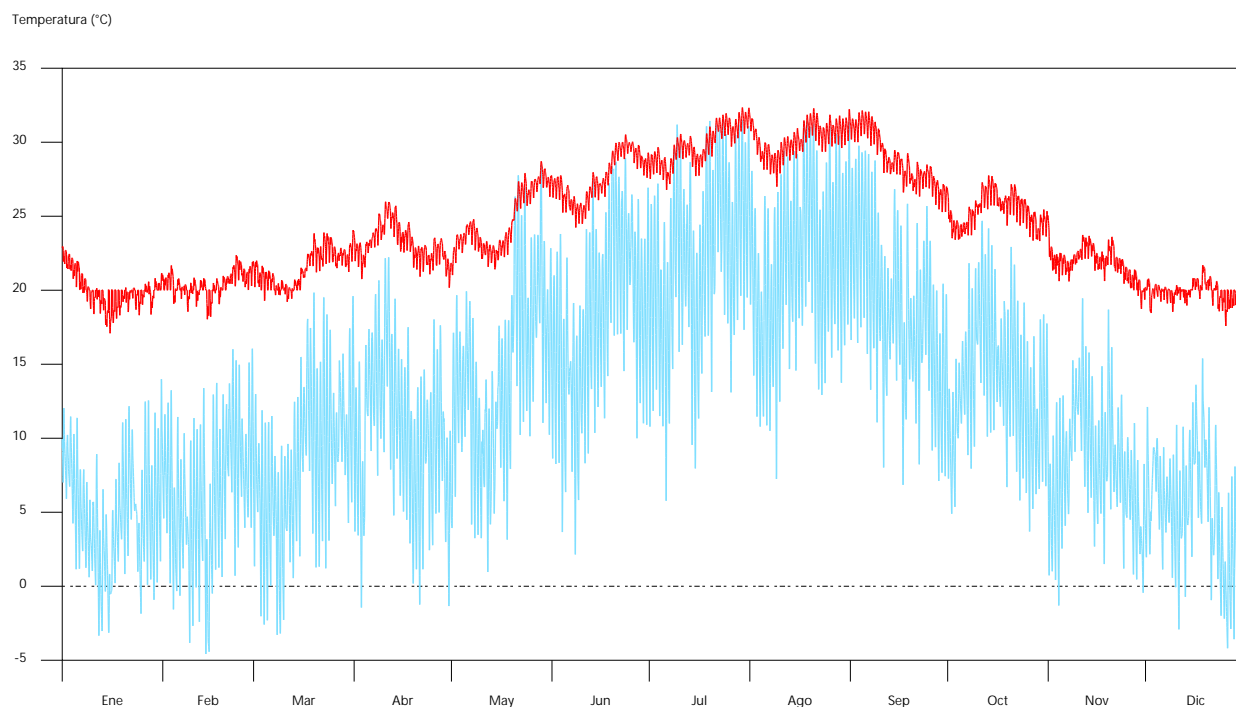
*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

donde:

- T_{int} : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,max}$: Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,min}$: Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{max,conf}$: Temperatura máxima de confort, °C.
- $T_{min,conf}$: Temperatura mínima de confort, °C.

Confort interior

9. Z10_ZONA 9



■ Temperatura exterior
■ Temperatura del aire interior de la zona

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima de confort (-)													
$T_{int,max}$ (°C)	23.0	22.4	24.1	26.0	28.7	30.5	32.3	32.3	32.1	27.8	24.8	21.7	32.3
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatura mínima de confort (-)													
$T_{int,min}$ (°C)	17.1	18.0	19.2	20.2	21.0	24.2	26.8	27.0	25.3	23.3	18.7	17.6	17.1
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas fuera de consigna*													
Calefacción (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Calefacción (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

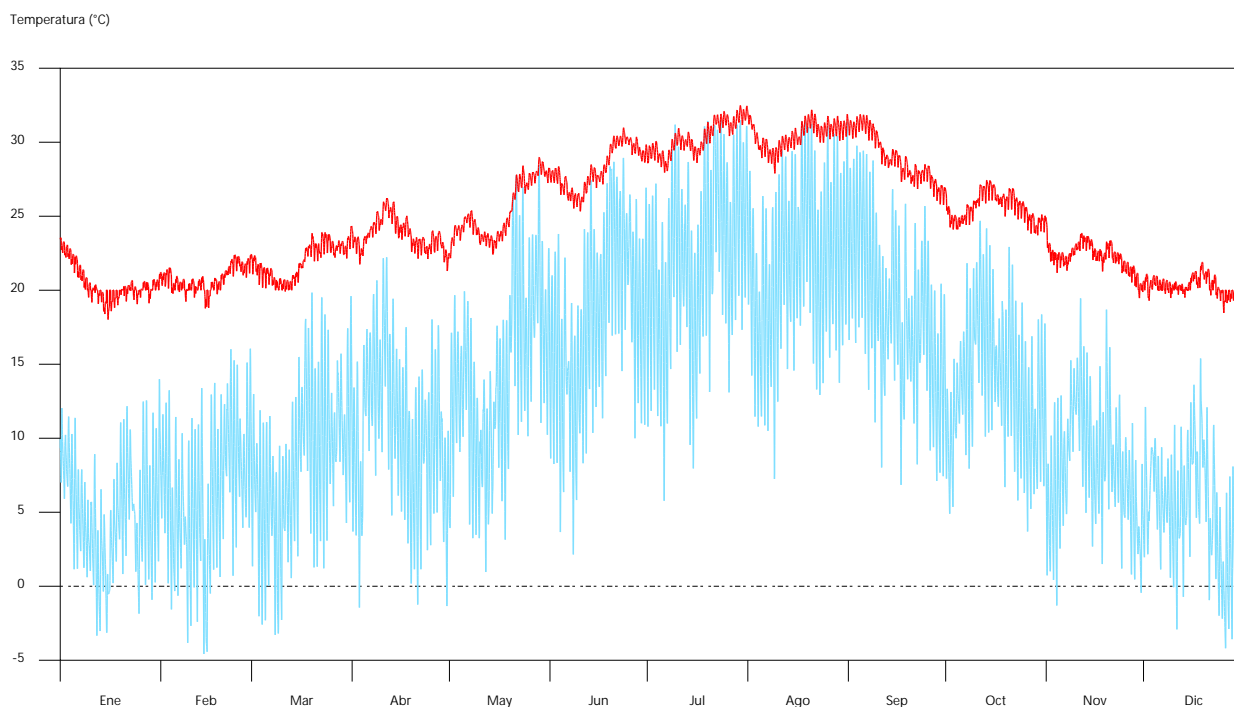
*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

donde:

- T_{int} : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,max}$: Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,min}$: Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{max,conf}$: Temperatura máxima de confort, °C.
- $T_{min,conf}$: Temperatura mínima de confort, °C.

Confort interior

10. Z11_ZONA10



■ Temperatura exterior
■ Temperatura del aire interior de la zona

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima de confort (-)													
$T_{int,max}$ (°C)	23.6	22.4	24.3	26.2	29.0	31.0	32.5	32.2	31.9	27.4	24.8	21.9	32.5
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatura mínima de confort (-)													
$T_{int,min}$ (°C)	18.0	18.8	19.9	21.3	22.2	25.3	28.0	27.9	25.8	23.7	19.5	18.5	18.0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas fuera de consigna*													
Calefacción (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Calefacción (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

donde:

T_{int} : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
 $T_{int,max}$: Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
 $T_{int,min}$: Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
 $T_{max,conf}$: Temperatura máxima de confort, °C.
 $T_{min,conf}$: Temperatura mínima de confort, °C.

PROYECTO DE EJECUCIÓN

NUEVO CONSERVATORIO PROFESIONAL DE MÚSICA EN LA ANTIGUA UNIVERSIDAD LABORAL, ZAMORA. EXPEDIENTE Nº: A2020/000031

5. FACTOR DE REDUCCION

Cálculo del factor de reducción

UNE EN ISO 13789

ÍNDICE

1. MÉTODO DE CÁLCULO.....	4
2. RECINTOS NO CALEFACTADOS.....	5
3. RECINTO Z01_S01_VEST 1.....	7
4. RECINTO Z01_S02_VEST 2.....	8
5. RECINTO Z01_S03_VEST 3.....	8
6. RECINTO Z01_S04_VEST 4.....	9
7. RECINTO Z01_S05_VEST 8.....	10
8. RECINTO Z01_S06_VEST 9.....	11
9. RECINTO Z01_S07_VEST11.....	12
10. RECINTO Z01_S08_VEST20.....	13
11. RECINTO Z01_S09_ESC 1.....	14
12. RECINTO Z01_S10_ESC 2.....	14
13. RECINTO Z01_S11_ESC 4.....	16
14. RECINTO Z01_S12_ESC 5.....	16
15. RECINTO Z01_S13_ASC 1.....	17
16. RECINTO Z01_S14_ASC 1.....	18
17. RECINTO Z01_S15_GARAJE S-2.....	19
18. RECINTO Z01_S16_GARAJE S-1.....	21
19. RECINTO Z01_S17_ALMACEN 1.....	25
20. RECINTO Z01_S18_ALMACEN 2.....	26
21. RECINTO Z01_S19_EXTRACCION SOT 2.....	28
22. RECINTO Z01_S20_VENTE SOT I -2.....	29
23. RECINTO Z01_S21_GEOTERMIA -2.....	30
24. RECINTO Z01_S22_EXTRACCION -1.....	31
25. RECINTO Z01_S23_EXTRACCION -2A.....	32
26. RECINTO Z01_S24_GEOTERMIA -1.....	33

27. RECINTO Z01_S25_TELECOM -1.....	34
28. RECINTO Z01_S26_C LIMPIEZA.....	35
29. RECINTO Z01_S27_ALMACEN INSTR.....	36
30. RECINTO Z01_S28_ARCHIVO PB.....	38
31. RECINTO Z01_S29_ASC 4.....	39
32. RECINTO Z01_S30_ESC16.....	40
33. RECINTO Z01_S31_ESC 8.....	41
34. RECINTO Z01_S32_VEST22.....	42
35. RECINTO Z01_S33_ESC10.....	43
36. RECINTO Z01_S34_ASC 2.....	44
37. RECINTO Z01_S35_VEST20.....	44
38. RECINTO Z01_S36_ESC 9.....	46
39. RECINTO Z01_S37_ASC 3.....	47
40. RECINTO Z01_S38_BASURAS.....	48
41. RECINTO Z01_S39_CIR CONS P1.....	49
42. RECINTO Z01_S40_CIR 8.....	53
43. RECINTO Z01_S41_ALMACEN19.....	57
44. RECINTO Z01_S42_CUARTO LIMPIO.....	58
45. RECINTO Z01_S43_CUARTO LIMPIO PB.....	59
46. RECINTO Z01_S44_PAT P1 A.....	60
47. RECINTO Z01_S45_PB.....	61
48. RECINTO Z01_S46_PAT PB.....	62
49. RECINTO Z01_S47_RACK P1.....	63
50. RECINTO Z01_S48_RACK PB.....	65
51. RECINTO Z01_S49_SIN USO PB.....	67
52. RECINTO Z01_S50_VEST 3.....	72

Cálculo del factor de reducción

1. MÉTODO DE CÁLCULO

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

donde:

H_{iu} coeficiente de pérdida del espacio calefactado hacia el espacio no calefactado

H_{ue} coeficiente de pérdida del espacio no calefactado al exterior

H_{iu} , H_{ue} incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire

$$H_{iu} = L_{iu} + H_{V,iu}$$

$$H_{ue} = L_{ue} + H_{V,ue}$$

Siendo:

$$L_{iu} = L_{Diu} + L_{sIU}$$

$$L_{ue} = L_{Due} + L_{sue}$$

donde:

$$L_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k$$

Siendo:

A_i área del elemento 'i' del edificio (m^2)

U_i coeficiente de transmisión térmica del elemento 'i' del edificio

l_k longitud del puente térmico lineal 'k' (m)

Ψ_k coeficiente de transmisión térmica lineal del puente térmico 'k'

L_s coeficiente de pérdida por el suelo en régimen estacionario, calculado según la norma UNE EN ISO 13370 (W/K)

$$H_{V,iu} = \rho c \dot{V}_{iu}$$

$$H_{V,ue} = \rho c \dot{V}_{ue}$$

donde:

ρ densidad del aire (kg/m^3)

c capacidad calorífica específica del aire ($J/(kg \cdot K)$)

ρc valor convencional para la capacidad calorífica del aire ($1200 J/(m^3 \cdot K)$)

\dot{V}_{ue} consumo de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (m^3/h)

\dot{V}_{iu} consumo de aire entre el espacio calefactado y el no calefactado (m^3/h)

Siendo:

$$\dot{V}_{iu} = 0$$

$$\dot{V}_{ue} = V_u n_{ue}$$

donde:

V_u volumen de aire en el espacio no calefactado (m^3)

n_{ue} tasa de renovación de aire convencional entre el espacio no calefactado y el exterior (v/h)

Cálculo del factor de reducción

2. RECINTOS NO CALEFACTADOS

Recinto	Factor de reducción
Z01_S01_VEST 1	0.91
Z01_S02_VEST 2	1.00
Z01_S03_VEST 3	1.00
Z01_S04_VEST 4	1.00
Z01_S05_VEST 8	0.68
Z01_S06_VEST 9	0.77
Z01_S07_VEST11	1.00
Z01_S08_VEST20	0.94
Z01_S09_ESC 1	1.00
Z01_S10_ESC 2	1.00
Z01_S11_ESC 4	0.96
Z01_S12_ESC 5	1.00
Z01_S13_ASC 1	1.00
Z01_S14_ASC 1	0.57
Z01_S15_GARAJE S-2	0.99
Z01_S16_GARAJE S-1	0.88
Z01_S17_ALMACEN 1	0.91
Z01_S18_ALMACEN 2	1.00
Z01_S19_EXTRACCION SOT 2	1.00
Z01_S20_VENTE SOT I -2	1.00
Z01_S21_GEOTERMIA -2	1.00
Z01_S22_EXTRACCION -1	0.97
Z01_S23_EXTRACCION -2a	0.89
Z01_S24_GEOTERMIA -1	0.85
Z01_S25_TELECOM -1	0.41
Z01_S26_C limpieza	0.69
Z01_S27_ALMACEN INSTR	0.76
Z01_S28_Archivo Pb	0.33
Z01_S29_ASC 4	0.58
Z01_S30_ESC16	0.74
Z01_S31_ESC 8	0.49
Z01_S32_VEST22	0.33
Z01_S33_ESC10	0.73
Z01_S34_ASC 2	1.00
Z01_S35_VEST20	1.00
Z01_S36_ESC 9	0.84
Z01_S37_ASC 3	0.60
Z01_S38_Basuras	0.65
Z01_S39_CIR CONS P1	0.45
Z01_S40_CIR 8	0.56
Z01_S41_ALMACEN19	1.00
Z01_S42_Cuarto limpio	0.60
Z01_S43_Cuarto Limpio PB	0.58
Z01_S44_PAT P1 a	0.26
Z01_S45_PB	0.27
Z01_S46_PAT PB	0.42

Cálculo del factor de reducción

Z01_S47_RACK P1	0.52
Z01_S48_RACK PB	0.43
Z01_S49_Sin uso PB	0.69
Z01_S50_vest 3	0.93

Cálculo del factor de reducción

3. RECINTO Z01_S01_VEST 1

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S01_W02	15.98	0.50	8.07
TOTAL			8.07

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

8.07

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S01_F01	13.92	0.13	1.80
TOTAL			1.80

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

1.80

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	+	0.00
L _{iu}		8.07
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)		8.07

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 59.84 m ³ ; n _{ue} = 4.19v/h)	+	83.51
L _{ue}		1.80
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)		85.31

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.91$$

Cálculo del factor de reducción

4. RECINTO Z01_S02_VEST 2

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 0.00

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S02_F01	7.81	0.13	1.01
		TOTAL	1.01

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 1.01

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{V,iu}	0.00
	+
L _{iu}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{V,ue} (V _u = 33.58 m ³ ; n _{ue} = 4.19v/h)	46.85
	+
L _{ue}	1.01
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	47.87

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$$

5. RECINTO Z01_S03_VEST 3

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 0.00

Cálculo del factor de reducción

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S03_F01	13.69	0.13	1.77
		TOTAL	1.77

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 1.77

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} ($V_u = 58.85 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 4.19 \text{ v/h}$)	82.12
	+
L _{ue}	1.77
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	83.89

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$$

6. RECINTO Z01_S04_VEST 4

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 0.00

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S04_F01	7.59	0.13	0.98
		TOTAL	0.98

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.98

Cálculo del factor de reducción

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	+	0.00
L _{iu}	+	0.00
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)		0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} ($V_u = 32.62 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 4.19 \text{ v/h}$)	+	45.51
L _{ue}	+	0.98
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)		46.49

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$$

7. RECINTO Z01_S05_VEST 8

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S05_W02	23.06	0.50	11.64
		TOTAL	11.64

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 11.64

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S05_F04	7.86	0.32	2.55
		TOTAL	2.55

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 2.55

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

Cálculo del factor de reducción

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	11.64
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	11.64

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 114.46 m ³ ; n _{ue} = 0.58v/h)	22.18
	+
L _{ue}	2.55
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	24.73

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.68$$

8. RECINTO Z01_S06_VEST 9

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S06_W02	10.05	0.50	5.07
Z01_S06_W01	11.14	0.50	5.62
		TOTAL	10.69

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S06_F01	1.62	0.40	0.64
		TOTAL	0.64

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 11.34

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

Cálculo del factor de reducción

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	11.34
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	11.34

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 32.74 m ³ ; n _{ue} = 3.50v/h)	38.22
	+
L _{ue}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	38.22

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.77$$

9. RECINTO Z01_S07_VEST11

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L _{iu}) (W/K)	0.00
---	------

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L _{ue}) (W/K)	0.00
--	------

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 29.23 m ³ ; n _{ue} = 3.50v/h)	0.00
	+
L _{ue}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	0.00

Cálculo del factor de reducción

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$

10. RECINTO Z01_S08_VEST20

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S08_F01	11.08	0.40	4.41
		TOTAL	4.41

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 4.41

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	4.41
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	4.41

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 58.73 m ³ ; n _{ue} = 3.50v/h)	68.56
	+
L _{ue}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	68.56

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.94$

Cálculo del factor de reducción

11. RECINTO Z01_S09_ESC 1

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 0.00

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S09_F01	20.70	0.13	2.68
		TOTAL	2.68

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 2.68

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 89.03 m ³ ; n _{ue} = 0.69v/h)	20.62
	+
L _{ue}	2.68
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	23.31

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$$

12. RECINTO Z01_S10_ESC 2

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 0.00

Cálculo del factor de reducción

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S10_W01	26.17	0.37	9.72
		TOTAL	9.72

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S10_F01	22.68	0.13	2.94
		TOTAL	2.94

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S10_TB01	6.085	0.50	3.04
Z01_S10_TB02	2.323	0.50	1.17
Z01_S10_TB03	3.379	0.50	1.70
		TOTAL	5.91

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 18.57

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 97.51 m ³ ; n _{ue} = 0.69v/h)	22.59
	+
L _{ue}	18.57
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	41.16

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$$

Cálculo del factor de reducción

13. RECINTO Z01_S11_ESC 4

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S11_F01	2.68	0.40	1.07
		TOTAL	1.07

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

1.07

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$

0.00

+

L_{iu}

1.07

=

Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)

1.07

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 117.82 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.58 \text{ v/h}$)

22.83

+

L_{ue}

0.00

=

Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

22.83

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.96$$

14. RECINTO Z01_S12_ESC 5

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

0.00

Cálculo del factor de reducción

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S12_W01	17.36	0.56	9.69
		TOTAL	9.69

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S12_TB01	3.379	0.50	1.70
Z01_S12_TB02	3.331	0.25	0.83
		TOTAL	2.53

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 12.22

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	+	0.00
L _{iu}		0.00
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)		0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} ($V_u = 97.68 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.58 \text{ v/h}$)	+	18.93
L _{ue}		12.22
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)		31.15

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$$

15. RECINTO Z01_S13_ASC 1

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 0.00

Cálculo del factor de reducción

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S13_F01	11.47	0.13	1.49
TOTAL			1.49

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 1.49

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} ($V_u = 49.31 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.69\text{v/h}$)	11.42
	+
L _{ue}	1.49
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	12.91

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$$

16. RECINTO Z01_S14_ASC 1

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S14_W01	18.55	0.50	9.36
TOTAL			9.36

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 9.36

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.00

Cálculo del factor de reducción

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	+	0.00
L _{iu}	+	9.36
	=	9.36
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)		9.36

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} ($V_u = 63.64 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.58 \text{ v/h}$)	+	12.33
L _{ue}	+	0.00
	=	12.33
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)		12.33

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.57$$

17. RECINTO Z01_S15_GARAJE S-2

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S15_W01	12.62	0.50	6.37
		TOTAL	6.37

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S15_F01	1.74	0.52	0.90
Z01_S15_F02	25.07	0.52	12.92
Z01_S15_F03	26.97	0.52	13.90
		TOTAL	27.72

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 34.09

Cálculo del factor de reducción

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S15_W01	124.01	0.37	46.08
Z01_S15_W02	186.12	0.37	69.16
Z01_S15_W03	75.28	0.37	27.97
Z01_S15_W04	153.41	0.37	57.01
Z01_S15_W15	29.36	0.37	10.91
Z01_S15_W16	21.16	0.37	7.86
Z01_S15_W17	32.10	0.37	11.93
Z01_S15_W18	9.42	0.37	3.50
		TOTAL	234.42

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S15_F01	2039.53	0.13	264.34
		TOTAL	264.34

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S15_TB01	28.839	0.50	14.42
Z01_S15_TB02	35.677	0.50	17.84
Z01_S15_TB03	2.191	0.50	1.10
Z01_S15_TB04	43.284	0.50	21.64
Z01_S15_TB05	6.978	0.50	3.49
Z01_S15_TB06	5.070	0.50	2.53
Z01_S15_TB07	7.465	0.50	3.73
Z01_S15_TB08	17.506	0.50	8.75
Z01_S15_TB09	4.300	0.09	0.37
Z01_S15_TB10	4.300	0.09	0.37
Z01_S15_TB11	4.300	-0.12	-0.52
Z01_S15_TB12	4.300	0.09	0.37
Z01_S15_TB13	28.709	0.50	14.45
Z01_S15_TB14	0.589	0.50	0.30
Z01_S15_TB15	43.284	0.50	21.78
Z01_S15_TB16	34.788	0.50	17.51
Z01_S15_TB17	2.191	0.50	1.10
Z01_S15_TB18	6.978	0.50	3.51
Z01_S15_TB19	5.070	0.50	2.55
Z01_S15_TB20	7.465	0.50	3.76
Z01_S15_TB21	17.506	0.50	8.81
		TOTAL	147.87

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 646.62

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{lu})

Cálculo del factor de reducción

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	34.09
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	34.09

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 8620.47 m ³ ; n _{ue} = 0.69v/h)	1996.74
	+
L _{ue}	646.62
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	2643.36

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.99$$

18. RECINTO Z01_S16_GARAJE S-1

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S16_W11	28.25	0.50	14.26
Z01_S16_W14	5.28	0.50	2.67
Z01_S16_W01	15.31	0.50	7.73
Z01_S16_W02	38.43	0.50	19.40
		TOTAL	44.06

Cálculo del factor de reducción

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S16_F01	10.02	0.40	3.99
Z01_S16_F02	18.11	0.40	7.21
Z01_S16_F03	4.16	0.40	1.66
Z01_S16_F04	4.69	0.40	1.87
Z01_S16_F05	3.07	0.40	1.22
Z01_S16_F06	5.08	0.40	2.02
Z01_S16_F16	41.64	0.40	16.58
Z01_S16_F18	30.58	0.40	12.17
Z01_S16_F19	31.30	0.40	12.46
Z01_S16_F20	30.90	0.40	12.30
Z01_S16_F21	31.16	0.40	12.40
Z01_S16_F22	19.94	0.40	7.94
Z01_S16_F23	99.03	0.40	39.42
Z01_S16_F24	118.44	0.40	47.15
Z01_S16_F26	73.94	0.40	29.43
Z01_S16_F27	15.62	0.40	6.22
Z01_S16_F28	14.30	0.40	5.69
Z01_S16_F29	10.78	0.40	4.29
Z01_S16_F30	11.63	0.40	4.63
Z01_S16_F31	12.21	0.40	4.86
Z01_S16_F32	11.80	0.40	4.70
Z01_S16_F33	11.29	0.40	4.49
Z01_S16_F34	6.69	0.40	2.66
Z01_S16_F35	19.87	0.40	7.91
Z01_S16_F36	21.09	0.40	8.39
Z01_S16_F37	20.29	0.40	8.08
Z01_S16_F38	20.07	0.40	7.99
Z01_S16_F39	4.80	0.40	1.91
Z01_S16_F40	4.10	0.40	1.63
Z01_S16_F41	14.42	0.40	5.74
Z01_S16_F42	16.03	0.40	6.38
Z01_S16_F46	6.86	0.40	2.73
Z01_S16_F47	9.96	0.40	3.96
Z01_S16_F48	5.13	0.40	2.04
Z01_S16_F49	11.36	0.40	4.52
Z01_S16_F50	28.96	0.40	11.53
		TOTAL	318.17

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{12}) (W/K) 362.23

Cálculo del factor de reducción

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S16_W01	147.56	0.56	82.31
Z01_S16_W02	232.73	0.56	129.82
Z01_S16_W03	178.81	0.56	99.74
Z01_S16_W04	103.46	0.56	57.71
Z01_S16_W15	35.10	0.56	19.58
Z01_S16_W16	25.29	0.56	14.11
Z01_S16_W17	49.63	0.56	27.69
		TOTAL	430.96

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S16_F04	20.34	0.32	6.60
Z01_S16_F05	226.42	0.32	73.49
Z01_S16_F06	55.27	0.32	17.94
Z01_S16_F07	54.02	0.32	17.53
		TOTAL	115.56

Cálculo del factor de reducción

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S16_TB01	28.709	0.50	14.45
Z01_S16_TB02	43.284	0.50	21.78
Z01_S16_TB03	34.788	0.50	17.51
Z01_S16_TB04	2.191	0.50	1.10
Z01_S16_TB05	6.978	0.50	3.51
Z01_S16_TB06	5.070	0.50	2.55
Z01_S16_TB07	7.465	0.50	3.76
Z01_S16_TB08	17.506	0.50	8.81
Z01_S16_TB09	2.323	0.50	1.17
Z01_S16_TB10	5.140	0.09	0.44
Z01_S16_TB11	5.140	0.09	0.44
Z01_S16_TB12	5.140	-0.12	-0.62
Z01_S16_TB13	5.140	0.09	0.44
Z01_S16_TB14	9.051	0.25	2.26
Z01_S16_TB15	1.373	0.25	0.34
Z01_S16_TB16	2.513	0.25	0.63
Z01_S16_TB17	2.300	0.25	0.57
Z01_S16_TB18	3.375	0.25	0.84
Z01_S16_TB19	1.304	0.25	0.33
Z01_S16_TB20	4.210	0.25	1.05
Z01_S16_TB21	8.987	0.25	2.25
Z01_S16_TB22	2.978	0.25	0.74
Z01_S16_TB23	1.337	0.25	0.33
Z01_S16_TB24	0.543	0.25	0.14
Z01_S16_TB25	3.716	0.25	0.93
Z01_S16_TB26	0.566	0.25	0.14
Z01_S16_TB27	1.705	0.25	0.43
Z01_S16_TB28	2.116	0.25	0.53
Z01_S16_TB29	4.446	0.25	1.11
Z01_S16_TB30	2.970	0.25	0.74
Z01_S16_TB31	4.221	0.25	1.06
Z01_S16_TB32	4.421	0.25	1.11
Z01_S16_TB33	3.537	0.25	0.88
		TOTAL	91.77

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 638.29

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	362.23
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	362.23

Cálculo del factor de reducción

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 9811.83 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.58 \text{ v/h}$)

1898.74

L_{ue}

+

638.29

=

Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

2537.02

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.88$$

19. RECINTO Z01_S17_ALMACEN 1

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S17_W03	11.70	0.50	5.91
		TOTAL	5.91

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

5.91

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S17_W01	18.38	0.37	6.83
Z01_S17_W02	26.09	0.37	9.69
		TOTAL	16.52

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S17_F01	26.92	0.13	3.49
		TOTAL	3.49

Cálculo del factor de reducción

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S17_TB01	4.275	0.50	2.14
Z01_S17_TB02	6.067	0.50	3.03
Z01_S17_TB03	4.300	0.09	0.37
Z01_S17_TB04	4.275	0.50	2.15
Z01_S17_TB05	6.067	0.50	3.05
TOTAL			10.75

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 30.76

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	+	0.00
L _{iu}		5.91
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)		5.91

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} ($V_u = 115.76 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.69\text{v/h}$)	+	26.81
L _{ue}		30.76
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)		57.57

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.91$$

20. RECINTO Z01_S18_ALMACEN 2

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 0.00

Cálculo del factor de reducción

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S18_W01	14.63	0.37	5.44
TOTAL			5.44

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S18_F01	12.39	0.13	1.61
TOTAL			1.61

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S18_TB01	3.402	0.50	1.70
Z01_S18_TB02	3.402	0.50	1.71
TOTAL			3.41

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 10.46

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	+	0.00
L _{iu}		0.00
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)		0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 53.28 m ³ ; n _{ue} = 0.69v/h)	+	12.34
L _{ue}		10.46
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)		22.80

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$$

Cálculo del factor de reducción

21. RECINTO Z01_S19_EXTRACCION SOT 2

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

0.00

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S19_W01	29.41	0.37	10.93
TOTAL			10.93

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S19_F01	36.97	0.13	4.79
TOTAL			4.79

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S19_TB01	6.839	0.50	3.42
Z01_S19_TB02	6.839	0.50	3.44
TOTAL			6.86

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

22.58

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 158.96 m ³ ; n _{ue} = 0.69v/h)	36.82
	+
L _{ue}	22.58
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	59.40

Cálculo del factor de reducción

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$

22. RECINTO Z01_S20_VENTE SOT I -2

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 0.00

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S20_F01	15.74	0.13	2.04
		TOTAL	2.04

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 2.04

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 67.70 m ³ ; n _{ue} = 0.69v/h)	15.68
	+
L _{ue}	2.04
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	17.72

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$

Cálculo del factor de reducción

23. RECINTO Z01_S21_GEOTERMIA -2

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 0.00

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S21_W01	32.04	0.37	11.91
Z01_S21_W02	24.36	0.37	9.05
TOTAL			20.96

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S21_F01	42.21	0.13	5.47
TOTAL			5.47

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S21_TB01	7.453	0.50	3.73
Z01_S21_TB02	5.665	0.50	2.83
Z01_S21_TB03	4.300	0.09	0.37
Z01_S21_TB04	7.452	0.50	3.75
Z01_S21_TB05	5.665	0.50	2.85
TOTAL			13.53

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 39.96

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 181.52 m ³ ; n _{ue} = 0.69v/h)	42.04
	+
L _{ue}	39.96
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	82.00

Cálculo del factor de reducción

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$

24. RECINTO Z01_S22_EXTRACCION -1

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S22_W03	13.98	0.50	7.06
TOTAL			7.06

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

7.06

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S22_W01	76.51	0.56	42.68
Z01_S22_W02	31.80	0.56	17.74
TOTAL			60.42

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S22_F07	91.25	0.32	29.62
TOTAL			29.62

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S22_TB01	4.275	0.50	2.15
Z01_S22_TB02	3.402	0.50	1.71
Z01_S22_TB03	6.839	0.50	3.44
Z01_S22_TB04	6.067	0.50	3.05
Z01_S22_TB05	5.140	0.09	0.44
TOTAL			10.80

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

100.83

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

Cálculo del factor de reducción

H _{v,iu}	+	0.00
L _{iu}		7.06
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)		7.06

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 489.13 m ³ ; n _{ue} = 0.58v/h)	+	94.78
L _{ue}		100.83
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)		195.62

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.97$$

25. RECINTO Z01_S23_EXTRACCION -2A

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S23_F01	2.21	0.40	0.88
		TOTAL	0.88

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 0.88

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	+	0.00
L _{iu}		0.88
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)		0.88

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

Cálculo del factor de reducción

$H_{v,ue}$ ($V_u = 35.97 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.58 \text{ v/h}$)

6.97

L_{ue}

+

0.00

=

Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

6.97

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.89$$

26. RECINTO Z01_S24_GEOTERMIA -1

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S24_F01	38.72	0.40	15.41
TOTAL			15.41

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

15.41

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S24_W01	39.02	0.56	21.77
Z01_S24_W02	29.54	0.56	16.48
TOTAL			38.25

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S24_TB01	7.452	0.50	3.75
Z01_S24_TB02	5.665	0.50	2.85
Z01_S24_TB03	5.140	0.09	0.44
Z01_S24_TB04	4.909	0.25	1.23
Z01_S24_TB05	5.673	0.25	1.42
TOTAL			9.69

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

47.94

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

Cálculo del factor de reducción

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	15.41
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	15.41

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 220.71 m ³ ; n _{ue} = 0.58v/h)	42.60
	+
L _{ue}	47.94
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	90.53

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.85$$

27. RECINTO Z01_S25_TELECOM -1

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S25_W02	23.45	0.50	11.84
Z01_S25_W03	11.94	0.50	6.03
		TOTAL	17.86

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S25_F01	14.69	0.40	5.85
		TOTAL	5.85

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 23.71

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S25_F02	0.93	0.32	0.30
		TOTAL	0.30

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.30

Cálculo del factor de reducción

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	+	0.00
L _{iu}	+	23.71
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)		23.71

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} ($V_u = 83.86 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.58 \text{ v/h}$)	+	16.25
L _{ue}	+	0.30
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)		16.55

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.41$$

28. RECINTO Z01_S26_C LIMPIEZA

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S26_W01	11.69	0.50	5.90
		TOTAL	5.90

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S26_F01	1.79	0.40	0.71
		TOTAL	0.71

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 6.61

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

Cálculo del factor de reducción

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	6.61
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	6.61

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 33.91 m ³ ; n _{ue} = 1.33v/h)	15.00
	+
L _{ue}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	15.00

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.69$$

29. RECINTO Z01_S27_ALMACEN INSTR

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S27_W03	9.39	0.54	5.03
Z01_S27_W01	17.19	0.54	9.21
Z01_S27_W02	18.55	0.54	9.94
		TOTAL	24.19

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 24.19

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S27_W01	26.19	0.35	9.08
		TOTAL	9.08

Cálculo del factor de reducción

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S27_W01_G1	1.70	1.31	2.23
Z01_S27_W01_G2	1.70	1.31	2.23
Z01_S27_W01_G3	1.70	1.31	2.23
Z01_S27_W01_G4	1.70	1.31	2.23
		TOTAL	8.91

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S27_W01_G1_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S27_W01_G1_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S27_W01_G1_TB3_sup	0.850	0.15	0.13
Z01_S27_W01_G1_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S27_W01_G2_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S27_W01_G2_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S27_W01_G2_TB3_sup	0.850	0.15	0.13
Z01_S27_W01_G2_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S27_W01_G3_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S27_W01_G3_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S27_W01_G3_TB3_sup	0.850	0.15	0.13
Z01_S27_W01_G3_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S27_W01_G4_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S27_W01_G4_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S27_W01_G4_TB3_sup	0.850	0.15	0.13
Z01_S27_W01_G4_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S27_TB01	8.146	0.07	0.60
		TOTAL	0.94

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 18.93

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	24.19
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	24.19

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 240.62 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.74v/h$)	59.18
	+
L_{ue}	18.93
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	78.11

Cálculo del factor de reducción

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.76$

30. RECINTO Z01_S28_ARCHIVO PB

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S28_W01	26.96	0.54	14.45
Z01_S28_W02	6.06	0.54	3.25
Z01_S28_W03	34.31	0.54	18.39
		TOTAL	36.09

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 36.09

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	36.09
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	36.09

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} ($V_u = 70.88 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.74 \text{ v/h}$)	17.43
	+
L _{ue}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	17.43

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.33$

Cálculo del factor de reducción

31. RECINTO Z01_S29_ASC 4

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S29_W01	20.28	0.54	10.87
TOTAL			10.87

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 10.87

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S29_F02	0.69	0.21	0.15
Z01_S29_F03	11.61	0.21	2.45
TOTAL			2.60

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 2.60

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	10.87
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	10.87

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 66.35 m ³ ; n _{ue} = 0.55v/h)	12.24
	+
L _{ue}	2.60
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	14.84

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.58$$

Cálculo del factor de reducción

32. RECINTO Z01_S30_ESC16

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S30_W02	18.76	0.54	10.05
TOTAL			10.05

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 10.05

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S30_F02	23.33	0.21	4.93
TOTAL			4.93

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 4.93

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	10.05
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	10.05

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 125.97 m ³ ; n _{ue} = 0.55v/h)	23.24
	+
L _{ue}	4.93
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	28.17

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.74$$

Cálculo del factor de reducción

33. RECINTO Z01_S31_ESC 8

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S31_W01	25.18	0.54	13.50
TOTAL			13.50

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 13.50

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S31_W01	3.40	0.28	0.96
TOTAL			0.96

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S31_W01_G1	2.16	1.40	3.02
TOTAL			3.02

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S31_TB01	1.373	0.25	0.34
Z01_S31_TB02	1.373	0.07	0.10
TOTAL			0.44

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 4.43

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	+	0.00
L _{iu}		13.50
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)		13.50

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

Cálculo del factor de reducción

$H_{v,ue}$ ($V_u = 34.57 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.74 \text{ v/h}$)

8.50

+

L_{ue}

4.43

=

Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

12.94

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.49$$

34. RECINTO Z01_S32_VEST22

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S32_W01	10.65	0.54	5.71
Z01_S32_W02	13.14	0.54	7.04
Z01_S32_W03	8.57	0.54	4.59
Z01_S32_W04	14.45	0.54	7.74
Z01_S32_W05	6.60	0.54	3.54
		TOTAL	28.62

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

28.62

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$

0.00

+

L_{iu}

28.62

=

Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)

28.62

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

Cálculo del factor de reducción

H _{v,ue} (V _u = 57.18 m ³ ; n _{ue} = 0.74v/h)	14.06
	+
L _{ue}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	14.06

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.33$$

35. RECINTO Z01_S33_ESC10

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S33_W02	12.73	0.54	6.82
		TOTAL	6.82

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 6.82

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	6.82
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	6.82

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 74.01 m ³ ; n _{ue} = 0.74v/h)	18.20
	+
L _{ue}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	18.20

Cálculo del factor de reducción

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.73$

36. RECINTO Z01_S34_ASC 2

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	<input type="text" value="0.00"/>
	+
L_{iu}	<input type="text" value="0.00"/>
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	<input type="text" value="0.00"/>

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 13.25 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.74 \text{ v/h}$)	<input type="text" value="0.00"/>
	+
L_{ue}	<input type="text" value="0.00"/>
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	<input type="text" value="0.00"/>

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$

37. RECINTO Z01_S35_VEST20

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

Cálculo del factor de reducción

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S35_W01	8.53	0.35	2.96
Z01_S35_W02	10.55	0.29	3.01
		TOTAL	5.97

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S35_W01_G1	2.16	1.40	3.02
Z01_S35_W01_G2	2.16	1.40	3.02
		TOTAL	6.05

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S35_TB01	4.050	0.07	0.27
Z01_S35_TB02	2.603	0.07	0.19
Z01_S35_TB03	3.172	0.07	0.23
		TOTAL	0.69

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 12.71

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} ($V_u = 25.12 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.74 \text{ v/h}$)	6.18
	+
L _{ue}	12.71
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	18.89

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$$

Cálculo del factor de reducción

38. RECINTO Z01_S36_ESC 9

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S36_W05	7.59	0.54	4.07
Z01_S36_W01	0.50	0.54	0.27
		TOTAL	4.34

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

4.34

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S36_W01	23.84	0.29	6.81
		TOTAL	6.81

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S36_TB01	5.886	0.07	0.43
		TOTAL	0.43

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

7.24

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	4.34
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	4.34

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 64.87 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.74v/h$)	15.95
	+
L_{ue}	7.24
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	23.19

Cálculo del factor de reducción

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.84$

39. RECINTO Z01_S37_ASC 3

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S37_W01	14.40	0.54	7.72
		TOTAL	7.72

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

7.72

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	7.72
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	7.72

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 47.06 m ³ ; n _{ue} = 0.74v/h)	11.57
	+
L _{ue}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	11.57

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.60$

Cálculo del factor de reducción

40. RECINTO Z01_S38_BASURAS

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S38_W03	6.27	0.54	3.36
TOTAL			3.36

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

3.36

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S38_W01	6.34	0.29	1.81
TOTAL			1.81

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S38_TB01	1.566	0.07	0.12
TOTAL			0.12

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

1.93

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	3.36
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	3.36

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 17.77 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.74v/h$)	4.37
	+
L_{ue}	1.93
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	6.30

Cálculo del factor de reducción

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.65$

41. RECINTO Z01_S39_CIR CONS P1

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S39_W05	5.96	0.54	3.20
Z01_S39_W06	15.71	0.54	8.42
Z01_S39_W07	34.14	0.54	18.30
Z01_S39_W08	43.36	0.54	23.24
Z01_S39_W09	47.18	0.54	25.29
Z01_S39_W12	56.82	0.54	30.46
Z01_S39_W13	29.88	0.54	16.02
Z01_S39_W14	20.98	0.54	11.25
Z01_S39_W15	29.28	0.54	15.69
Z01_S39_W16	33.74	0.54	18.08
Z01_S39_W17	35.34	0.54	18.94
Z01_S39_W18	24.61	0.54	13.19
Z01_S39_W19	30.81	0.54	16.52
Z01_S39_W22	47.32	0.54	25.36
Z01_S39_W23	27.35	0.54	14.66
Z01_S39_W24	55.45	0.54	29.72
Z01_S39_W25	39.52	0.54	21.18
Z01_S39_W26	59.53	0.54	31.91
Z01_S39_W27	57.32	0.54	30.72
Z01_S39_W28	64.45	0.54	34.54
Z01_S39_W29	47.59	0.54	25.51
Z01_S39_W30	61.35	0.54	32.88
Z01_S39_W31	64.27	0.54	34.45
Z01_S39_W32	26.87	0.54	14.40
Z01_S39_W33	39.88	0.54	21.38
Z01_S39_W34	35.94	0.54	19.26
Z01_S39_W35	35.94	0.54	19.26
Z01_S39_W36	35.79	0.54	19.18
Z01_S39_W37	35.01	0.54	18.77
Z01_S39_W01	29.53	0.54	15.83
Z01_S39_W02	18.46	0.54	9.90
Z01_S39_W10	13.47	0.54	7.22
Z01_S39_W11	17.74	0.54	9.51
Z01_S39_W20	18.36	0.54	9.84
Z01_S39_W21	19.17	0.54	10.27
		TOTAL	674.35

Cálculo del factor de reducción

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{u}) (W/K) 674.35

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S39_W01	32.52	0.29	9.39
Z01_S39_W02	9.40	0.29	2.71
Z01_S39_W03	9.71	0.31	3.05
Z01_S39_W04	32.23	0.31	10.14
		TOTAL	25.29

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S39_F03	39.05	0.21	8.25
Z01_S39_F04	85.52	0.21	18.07
Z01_S39_F05	4.68	0.21	0.99
Z01_S39_F06	82.44	0.21	17.42
Z01_S39_F07	74.66	0.21	15.78
Z01_S39_F08	94.82	0.21	20.04
		TOTAL	80.56

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S39_W01_G1	1.70	1.28	2.18
Z01_S39_W01_G2	1.70	1.28	2.18
Z01_S39_W01_G3	1.70	1.28	2.18
Z01_S39_W01_G4	1.70	1.28	2.18
Z01_S39_W01_G5	1.70	1.28	2.18
Z01_S39_W02_G1	1.70	1.28	2.18
Z01_S39_W02_G2	1.70	1.28	2.18
Z01_S39_W03_G1	1.70	1.31	2.23
Z01_S39_W03_G2	1.70	1.31	2.23
Z01_S39_W04_G1	1.70	1.31	2.23
Z01_S39_W04_G2	1.70	1.31	2.23
Z01_S39_W04_G3	1.70	1.31	2.23
Z01_S39_W04_G4	1.70	1.31	2.23
Z01_S39_W04_G5	1.70	1.31	2.23
Z01_S39_F08_G1	2.00	1.51	3.01
Z01_S39_F08_G2	2.00	1.51	3.01
Z01_S39_F08_G3	2.00	1.51	3.01
Z01_S39_F08_G4	2.00	1.51	3.01
Z01_S39_F08_G5	2.00	1.51	3.01
Z01_S39_F08_G6	2.00	1.51	3.01
Z01_S39_F08_G7	2.00	1.51	3.01
		TOTAL	51.89

Cálculo del factor de reducción

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S39_W01_G1_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W01_G1_TB2_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W01_G1_TB3_sup	0.850	0.15	0.12
Z01_S39_W01_G1_TB4_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W01_G2_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W01_G2_TB2_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W01_G2_TB3_sup	0.850	0.15	0.12
Z01_S39_W01_G2_TB4_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W01_G3_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W01_G3_TB2_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W01_G3_TB3_sup	0.850	0.15	0.12
Z01_S39_W01_G3_TB4_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W01_G4_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W01_G4_TB2_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W01_G4_TB3_sup	0.850	0.15	0.12
Z01_S39_W01_G4_TB4_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W01_G5_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W01_G5_TB2_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W01_G5_TB3_sup	0.850	0.15	0.12
Z01_S39_W01_G5_TB4_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W02_G1_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W02_G1_TB2_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W02_G1_TB3_sup	0.850	0.15	0.12
Z01_S39_W02_G1_TB4_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W02_G2_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W02_G2_TB2_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W02_G2_TB3_sup	0.850	0.15	0.12
Z01_S39_W02_G2_TB4_lat	2.000	-0.02	-0.04
Z01_S39_W03_G1_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W03_G1_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W03_G1_TB3_sup	0.850	0.15	0.13
Z01_S39_W03_G1_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W03_G2_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W03_G2_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W03_G2_TB3_sup	0.850	0.15	0.13
Z01_S39_W03_G2_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W04_G1_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W04_G1_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W04_G1_TB3_sup	0.850	0.15	0.13
Z01_S39_W04_G1_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W04_G2_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W04_G2_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W04_G2_TB3_sup	0.850	0.15	0.13
Z01_S39_W04_G2_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W04_G3_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W04_G3_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W04_G3_TB3_sup	0.850	0.15	0.13

Cálculo del factor de reducción

Z01_S39_W04_G3_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W04_G4_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W04_G4_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W04_G4_TB3_sup	0.850	0.15	0.13
Z01_S39_W04_G4_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W04_G5_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S39_W04_G5_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_W04_G5_TB3_sup	0.850	0.15	0.13
Z01_S39_W04_G5_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S39_TB01	3.350	0.07	0.25
Z01_S39_TB02	3.199	0.07	0.22
TOTAL			1.89

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 159.63

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	674.35
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	674.35

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 2038.43 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.57 \text{ v/h}$)	390.13
	+
L_{ue}	159.63
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	549.77

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.45$$

Cálculo del factor de reducción

42. RECINTO Z01_S40_CIR 8

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S40_W07	28.46	0.54	15.25
Z01_S40_W09	47.49	0.54	25.46
Z01_S40_W11	40.57	0.54	21.74
Z01_S40_W12	54.55	0.54	29.24
Z01_S40_W13	69.48	0.54	37.24
Z01_S40_W14	49.26	0.54	26.40
Z01_S40_W15	58.66	0.54	31.44
Z01_S40_W16	52.05	0.54	27.90
Z01_S40_W17	20.44	0.54	10.96
Z01_S40_W18	57.73	0.54	30.95
Z01_S40_W19	28.94	0.54	15.51
Z01_S40_W20	29.18	0.54	15.64
Z01_S40_W21	59.06	0.54	31.65
Z01_S40_W23	31.10	0.54	16.67
Z01_S40_W24	27.45	0.54	14.71
Z01_S40_W25	23.40	0.54	12.54
Z01_S40_W26	28.16	0.54	15.09
Z01_S40_W27	18.07	0.54	9.69
Z01_S40_W28	8.73	0.54	4.68
Z01_S40_W30	9.27	0.54	4.97
Z01_S40_W31	12.38	0.54	6.63
Z01_S40_W34	20.17	0.54	10.81
Z01_S40_W35	10.45	0.54	5.60
Z01_S40_W40	3.30	0.54	1.77
Z01_S40_W01	7.34	0.54	3.93
Z01_S40_W10	29.49	0.54	15.81
Z01_S40_W22	10.27	0.54	5.51
Z01_S40_W29	7.10	0.54	3.80
TOTAL			451.60

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S40_F03	1.58	0.40	0.63
Z01_S40_F05	7.92	0.40	3.15
Z01_S40_F11	2.20	0.40	0.88
TOTAL			4.66

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 456.26

Cálculo del factor de reducción

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S40_W01	11.99	0.35	4.16
Z01_S40_W02	9.80	0.29	2.80
Z01_S40_W03	13.87	0.29	3.96
Z01_S40_W04	9.35	0.28	2.65
Z01_S40_W05	10.17	0.35	3.53
Z01_S40_W36	12.68	0.35	4.40
Z01_S40_W37	4.19	0.35	1.45
Z01_S40_W38	7.97	0.35	2.76
		TOTAL	25.71

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S40_W01_G1	15.00	1.40	21.00
Z01_S40_W02_G1	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W02_G2	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W02_G3	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W02_G4	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W02_G5	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W02_G6	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W04_G1	2.16	1.40	3.02
Z01_S40_W04_G2	2.16	1.40	3.02
Z01_S40_W05_G1	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W05_G2	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W05_G3	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W05_G4	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W05_G5	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W05_G6	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W05_G7	3.06	1.31	4.01
Z01_S40_W37_G1	1.28	1.31	1.68
Z01_S40_W38_G1	1.96	1.40	2.74
Z01_S40_W38_G2	2.16	1.40	3.02
Z01_S40_W38_G3	1.55	1.31	2.03
		TOTAL	88.63

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S40_W02_G1_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S40_W02_G1_TB2_lat	3.000	-0.01	-0.04
Z01_S40_W02_G1_TB3_sup	1.020	0.14	0.14
Z01_S40_W02_G1_TB4_lat	3.000	-0.01	-0.04
Z01_S40_W02_G2_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S40_W02_G2_TB2_lat	3.000	-0.01	-0.04
Z01_S40_W02_G2_TB3_sup	1.020	0.14	0.14
Z01_S40_W02_G2_TB4_lat	3.000	-0.01	-0.04
Z01_S40_W02_G3_TB1_inf	1.020	0.08	0.08

Cálculo del factor de reducción

Z01_S40_W02_G3_TB2_lat	3.000	-0.01	-0.04
Z01_S40_W02_G3_TB3_sup	1.020	0.14	0.14
Z01_S40_W02_G3_TB4_lat	3.000	-0.01	-0.04
Z01_S40_W02_G4_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S40_W02_G4_TB2_lat	3.000	-0.01	-0.04
Z01_S40_W02_G4_TB3_sup	1.020	0.14	0.14
Z01_S40_W02_G4_TB4_lat	3.000	-0.01	-0.04
Z01_S40_W02_G5_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S40_W02_G5_TB2_lat	3.000	-0.01	-0.04
Z01_S40_W02_G5_TB3_sup	1.020	0.14	0.14
Z01_S40_W02_G5_TB4_lat	3.000	-0.01	-0.04
Z01_S40_W02_G6_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S40_W02_G6_TB2_lat	3.000	-0.01	-0.04
Z01_S40_W02_G6_TB3_sup	1.020	0.14	0.14
Z01_S40_W02_G6_TB4_lat	3.000	-0.01	-0.04
Z01_S40_W05_G1_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S40_W05_G1_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G1_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S40_W05_G1_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G2_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S40_W05_G2_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G2_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S40_W05_G2_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G3_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S40_W05_G3_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G3_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S40_W05_G3_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G4_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S40_W05_G4_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G4_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S40_W05_G4_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G5_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S40_W05_G5_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G5_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S40_W05_G5_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G6_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S40_W05_G6_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G6_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S40_W05_G6_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G7_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S40_W05_G7_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W05_G7_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S40_W05_G7_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S40_W37_G1_TB1_inf	0.640	0.08	0.05
Z01_S40_W37_G1_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S40_W37_G1_TB3_sup	0.640	0.15	0.10
Z01_S40_W37_G1_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S40_W38_G3_TB1_inf	0.775	0.08	0.06
Z01_S40_W38_G3_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06

Cálculo del factor de reducción

Z01_S40_W38_G3_TB3_sup	0.775	0.15	0.12
Z01_S40_W38_G3_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S40_TB01	3.375	0.25	0.84
Z01_S40_TB02	2.978	0.25	0.74
Z01_S40_TB03	1.337	0.25	0.33
Z01_S40_TB04	3.331	0.25	0.83
Z01_S40_TB05	4.050	0.06	0.24
Z01_S40_TB09	4.050	0.07	0.27
Z01_S40_TB11	2.111	0.07	0.16
Z01_S40_TB12	3.429	0.07	0.25
Z01_S40_TB13	6.755	0.07	0.50
Z01_S40_TB14	3.366	0.07	0.25
Z01_S40_TB15	1.344	0.07	0.10
Z01_S40_TB16	3.375	0.07	0.25
Z01_S40_TB17	1.020	0.07	0.08
		TOTAL	6.23

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 120.56

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	456.26
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	456.26

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 1837.61 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.74 \text{ v/h}$)	451.92
	+
L_{ue}	120.56
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	572.48

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.56$$

Cálculo del factor de reducción

43. RECINTO Z01_S41_ALMACEN19

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

0.00

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S41_W01	20.57	0.29	5.87
Z01_S41_W02	33.26	0.28	9.44
		TOTAL	15.31

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S41_W01_G1	2.16	1.40	3.02
Z01_S41_W01_G2	2.16	1.40	3.02
Z01_S41_W02_G1	1.70	1.28	2.18
Z01_S41_W02_G2	1.70	1.28	2.18
		TOTAL	10.40

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S41_W02_G1_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S41_W02_G1_TB2_lat	2.000	-0.01	-0.03
Z01_S41_W02_G1_TB3_sup	0.850	0.14	0.12
Z01_S41_W02_G1_TB4_lat	2.000	-0.01	-0.03
Z01_S41_W02_G2_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S41_W02_G2_TB2_lat	2.000	-0.01	-0.03
Z01_S41_W02_G2_TB3_sup	0.850	0.14	0.12
Z01_S41_W02_G2_TB4_lat	2.000	-0.01	-0.03
Z01_S41_TB01	9.051	0.25	2.26
Z01_S41_TB02	4.050	0.06	0.24
Z01_S41_TB03	4.050	-0.08	-0.32
Z01_S41_TB04	9.051	0.07	0.67
Z01_S41_TB05	6.218	0.07	0.46
		TOTAL	3.56

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

29.27

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

Cálculo del factor de reducción

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 227.91 m ³ ; n _{ue} = 0.74v/h)	56.05
	+
L _{ue}	29.27
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	85.33

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 1.00$$

44. RECINTO Z01_S42_CUARTO LIMPIO

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S42_W01	20.23	0.54	10.84
		TOTAL	10.84

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 10.84

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S42_F02	5.28	0.21	1.12
		TOTAL	1.12

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 1.12

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

Cálculo del factor de reducción

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	10.84
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	10.84

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 24.16 m ³ ; n _{ue} = 1.86v/h)	15.00
	+
L _{ue}	1.12
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	16.12

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.60$$

45. RECINTO Z01_S43_CUARTO LIMPIO PB

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S43_W01	5.45	0.54	2.92
Z01_S43_W02	14.72	0.54	7.89
		TOTAL	10.81

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 10.81

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	10.81
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	10.81

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado

Cálculo del factor de reducción

y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 19.81 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 2.27 \text{ v/h}$)

15.00

L_{ue}

0.00

+

Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

15.00

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.58$$

46. RECINTO Z01_S44_PAT P1 A

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S44_W03	3.34	0.54	1.79
Z01_S44_W01	28.08	0.54	15.05
		TOTAL	16.84

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

16.84

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S44_W01	2.64	0.31	0.83
		TOTAL	0.83

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S44_F02	4.35	0.21	0.92
		TOTAL	0.92

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S44_TB01	0.676	0.07	0.05
		TOTAL	0.05

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

1.80

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el

Cálculo del factor de reducción

espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	16.84
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	16.84

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 18.99 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.67 \text{ v/h}$)	4.27
	+
L_{ue}	1.80
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	6.07

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.26$$

47. RECINTO Z01_S45_PB

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S45_W02	14.45	0.54	7.74
Z01_S45_W01	14.46	0.54	7.75
		TOTAL	15.50

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 15.50

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	15.50
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	15.50

Cálculo del factor de reducción

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 23.20 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.74 \text{ v/h}$)

5.71

L_{ue}

+

0.00

=

Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

5.71

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.27$$

48. RECINTO Z01_S46_PAT PB

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S46_W03	5.28	0.54	2.83
Z01_S46_W01	25.65	0.54	13.75
		TOTAL	16.58

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

16.58

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S46_W01	3.58	0.28	1.02
		TOTAL	1.02

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S46_W01_G1	1.70	1.28	2.18
		TOTAL	2.18

Cálculo del factor de reducción

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S46_W01_G1_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S46_W01_G1_TB2_lat	2.000	-0.01	-0.03
Z01_S46_W01_G1_TB3_sup	0.850	0.14	0.12
Z01_S46_W01_G1_TB4_lat	2.000	-0.01	-0.03
Z01_S46_TB01	1.304	0.25	0.33
Z01_S46_TB02	1.304	0.07	0.10
TOTAL			0.55

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 3.74

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	+	0.00
L _{iu}		16.58
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)		16.58

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} ($V_u = 33.44 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0.74 \text{ v/h}$)	+	8.22
L _{ue}		3.74
	=	
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)		11.96

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.42$$

49. RECINTO Z01_S47_RACK P1

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S47_W02	9.30	0.54	4.98
Z01_S47_W01	9.29	0.54	4.98
TOTAL			9.97

Cálculo del factor de reducción

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

9.97

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S47_W01	7.70	0.29	2.22
TOTAL			2.22

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S47_F02	5.44	0.21	1.15
TOTAL			1.15

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S47_W01_G1	1.70	1.13	1.92
TOTAL			1.92

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S47_W01_G1_TB1_inf	0.850	0.08	0.07
Z01_S47_W01_G1_TB2_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S47_W01_G1_TB3_sup	0.850	0.15	0.13
Z01_S47_W01_G1_TB4_lat	2.000	-0.03	-0.06
Z01_S47_TB01	2.389	0.07	0.18
TOTAL			0.26

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

5.56

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$

0.00

+

L_{iu}

9.97

=

Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)

9.97

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

Cálculo del factor de reducción

H _{v,ue} (V _u = 22.20 m ³ ; n _{ue} = 0.72v/h)	5.29
	+
L _{ue}	5.56
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	10.85

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.52$$

50. RECINTO Z01_S48_RACK PB

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S48_W01	4.41	0.54	2.36
Z01_S48_W03	11.98	0.54	6.42
		TOTAL	8.78

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 8.78

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.00

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

H _{v,iu}	0.00
	+
L _{iu}	8.78
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{iu}) (W/K)	8.78

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

H _{v,ue} (V _u = 26.71 m ³ ; n _{ue} = 0.74v/h)	6.57
	+
L _{ue}	0.00
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H _{ue}) (W/K)	6.57

Cálculo del factor de reducción

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.43$$

Cálculo del factor de reducción

51. RECINTO Z01_S49_SIN USO PB

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S49_F05	11.80	0.45	5.31
Z01_S49_F06	16.20	0.45	7.29
Z01_S49_F07	11.29	0.45	5.08
Z01_S49_F10	10.75	0.45	4.84
Z01_S49_F11	16.32	0.45	7.35
Z01_S49_F12	6.86	0.45	3.09
Z01_S49_F14	33.99	0.45	15.31
Z01_S49_F16	9.96	0.45	4.48
Z01_S49_F20	15.62	0.45	7.04
Z01_S49_F21	14.30	0.45	6.44
Z01_S49_F23	41.64	0.45	18.75
Z01_S49_F24	10.78	0.45	4.86
Z01_S49_F25	11.63	0.45	5.24
Z01_S49_F26	30.58	0.45	13.77
Z01_S49_F27	12.21	0.45	5.50
Z01_S49_F28	31.30	0.45	14.10
Z01_S49_F29	93.95	0.45	42.31
Z01_S49_F30	30.90	0.45	13.91
Z01_S49_F33	5.13	0.45	2.31
Z01_S49_F35	31.16	0.45	14.04
Z01_S49_F36	28.96	0.45	13.04
Z01_S49_F37	99.19	0.45	44.67
Z01_S49_F39	118.44	0.45	53.34
Z01_S49_F40	18.11	0.45	8.16
Z01_S49_F41	11.36	0.45	5.12
Z01_S49_F43	4.80	0.45	2.16
Z01_S49_F44	4.16	0.45	1.88
Z01_S49_F45	4.69	0.45	2.11
Z01_S49_F46	59.97	0.45	27.01
Z01_S49_F47	14.42	0.45	6.50
Z01_S49_F49	21.17	0.45	9.53
Z01_S49_F50	20.88	0.45	9.40
Z01_S49_F51	20.39	0.45	9.18
Z01_S49_F52	20.15	0.45	9.08
Z01_S49_F53	16.03	0.45	7.22
Z01_S49_F54	3.07	0.45	1.38
Z01_S49_F55	4.10	0.45	1.85
Z01_S49_F56	5.08	0.45	2.29
		TOTAL	414.95

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S49_F01	20.46	0.45	9.22

Cálculo del factor de reducción

Z01_S49_F02	20.50	0.45	9.23
Z01_S49_F03	19.15	0.45	8.63
Z01_S49_F06	8.39	0.45	3.78
Z01_S49_F07	42.35	0.45	19.07
Z01_S49_F08	38.04	0.45	17.13
Z01_S49_F13	27.37	0.45	12.33
Z01_S49_F14	9.35	0.45	4.21
Z01_S49_F15	9.87	0.45	4.45
Z01_S49_F16	12.75	0.45	5.74
Z01_S49_F17	14.25	0.45	6.42
Z01_S49_F18	46.55	0.45	20.96
Z01_S49_F19	13.56	0.45	6.11
Z01_S49_F20	12.76	0.45	5.75
Z01_S49_F21	13.01	0.45	5.86
Z01_S49_F22	15.45	0.45	6.96
Z01_S49_F23	19.79	0.45	8.91
Z01_S49_F24	19.75	0.45	8.90
Z01_S49_F25	20.37	0.45	9.17
Z01_S49_F26	19.09	0.45	8.60
Z01_S49_F27	19.92	0.45	8.97
Z01_S49_F28	18.62	0.45	8.39
Z01_S49_F29	20.36	0.45	9.17
Z01_S49_F30	21.01	0.45	9.46
Z01_S49_F31	19.49	0.45	8.78
Z01_S49_F32	20.58	0.45	9.27
Z01_S49_F33	19.71	0.45	8.88
Z01_S49_F34	20.58	0.45	9.27
Z01_S49_F35	18.84	0.45	8.49
Z01_S49_F36	47.08	0.45	21.20
Z01_S49_F37	18.59	0.45	8.37
Z01_S49_F38	32.19	0.45	14.50
Z01_S49_F39	30.44	0.45	13.71
Z01_S49_F40	32.19	0.45	14.50
Z01_S49_F41	32.95	0.45	14.84
Z01_S49_F42	32.14	0.45	14.47
Z01_S49_F43	33.24	0.45	14.97
Z01_S49_F44	36.39	0.45	16.39
Z01_S49_F45	35.92	0.45	16.18
Z01_S49_F46	31.22	0.45	14.06
Z01_S49_F47	30.97	0.45	13.95
Z01_S49_F48	20.56	0.45	9.26
Z01_S49_F49	20.46	0.45	9.21
Z01_S49_F50	31.18	0.45	14.04
Z01_S49_F51	32.18	0.45	14.49
TOTAL			486.23

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{u}) (W/K) 901.18

Cálculo del factor de reducción

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S49_W01	29.78	0.29	8.60
Z01_S49_W02	2.55	0.29	0.74
Z01_S49_W03	45.94	0.29	13.26
Z01_S49_W04	12.34	0.29	3.56
Z01_S49_W05	11.53	0.29	3.33
Z01_S49_W06	78.42	0.29	22.64
Z01_S49_W07	8.34	0.29	2.41
Z01_S49_W08	12.61	0.29	3.64
Z01_S49_W09	11.82	0.29	3.41
Z01_S49_W10	50.86	0.29	14.68
Z01_S49_W11	13.01	0.29	3.76
Z01_S49_W12	13.41	0.29	3.87
Z01_S49_W13	13.10	0.31	4.12
Z01_S49_W14	13.41	0.31	4.22
Z01_S49_W15	42.65	0.31	13.42
Z01_S49_W16	10.45	0.29	3.02
Z01_S49_W17	23.73	0.29	6.85
Z01_S49_W18	15.99	0.29	4.61
TOTAL			120.13

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S49_F57	39.40	0.37	14.59
TOTAL			14.59

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S49_F58	54.79	0.21	11.38
Z01_S49_F59	84.69	0.21	17.59
TOTAL			28.96

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S49_F59_G1	2.50	1.51	3.76
Z01_S49_F59_G2	2.50	1.51	3.76
Z01_S49_F59_G3	2.50	1.51	3.76
TOTAL			11.29

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S49_TB01	9.051	0.07	0.67
Z01_S49_TB02	1.373	0.07	0.10
Z01_S49_TB03	2.513	0.07	0.19
Z01_S49_TB04	2.300	0.07	0.17

Cálculo del factor de reducción

Z01_S49_TB05	2.111	0.07	0.16
Z01_S49_TB06	1.304	0.07	0.10
Z01_S49_TB07	4.210	0.07	0.31
Z01_S49_TB08	6.218	0.07	0.46
Z01_S49_TB09	8.987	0.07	0.66
Z01_S49_TB10	2.603	0.07	0.19
Z01_S49_TB11	5.886	0.07	0.43
Z01_S49_TB12	1.566	0.07	0.12
Z01_S49_TB13	3.429	0.07	0.25
Z01_S49_TB14	3.172	0.07	0.23
Z01_S49_TB15	8.146	0.07	0.60
Z01_S49_TB16	6.755	0.07	0.50
Z01_S49_TB17	2.959	0.07	0.22
Z01_S49_TB18	2.759	0.07	0.20
Z01_S49_TB19	1.658	0.07	0.12
Z01_S49_TB20	36.541	0.27	9.76
Z01_S49_TB21	3.366	0.07	0.25
Z01_S49_TB22	2.295	0.07	0.17
Z01_S49_TB23	5.083	0.07	0.38
Z01_S49_TB24	4.913	0.07	0.36
Z01_S49_TB25	3.547	0.07	0.26
Z01_S49_TB26	1.344	0.07	0.10
Z01_S49_TB27	3.375	0.07	0.25
Z01_S49_TB28	4.423	0.07	0.33
Z01_S49_TB29	4.224	0.07	0.31
Z01_S49_TB30	2.974	0.07	0.22
Z01_S49_TB31	4.908	0.07	0.36
Z01_S49_TB32	3.716	0.07	0.27
Z01_S49_TB33	0.566	0.07	0.04
Z01_S49_TB34	1.705	0.07	0.13
Z01_S49_TB35	2.115	0.07	0.16
Z01_S49_TB36	4.445	0.07	0.33
Z01_S49_TB37	5.674	0.07	0.42
Z01_S49_TB38	3.725	0.07	0.28
Z01_S49_TB39	1.700	0.07	0.11
Z01_S49_TB40	1.700	0.07	0.11
Z01_S49_TB41	1.700	-0.09	-0.15
Z01_S49_TB47	1.700	0.07	0.11
Z01_S49_TB48	1.700	-0.09	-0.15
Z01_S49_TB52	1.700	0.07	0.11
Z01_S49_TB53	1.700	0.07	0.11
Z01_S49_TB54	4.874	0.07	0.36
Z01_S49_TB55	0.676	0.07	0.05
Z01_S49_TB56	3.350	0.07	0.25
Z01_S49_TB57	2.811	0.07	0.21
Z01_S49_TB58	3.685	0.07	0.27
Z01_S49_TB59	2.727	0.07	0.20
Z01_S49_TB60	3.596	0.07	0.27
Z01_S49_TB61	2.247	0.07	0.17

Cálculo del factor de reducción

Z01_S49_TB62	9.198	0.07	0.68
Z01_S49_TB63	1.277	0.07	0.09
Z01_S49_TB64	6.529	0.07	0.48
Z01_S49_TB65	3.488	0.07	0.26
Z01_S49_TB66	3.260	0.07	0.24
Z01_S49_TB67	5.945	0.07	0.44
Z01_S49_TB68	3.564	0.07	0.26
Z01_S49_TB69	2.389	0.07	0.18
Z01_S49_TB70	3.677	0.07	0.27
Z01_S49_TB71	0.736	0.07	0.05
Z01_S49_TB72	3.412	0.07	0.25
Z01_S49_TB73	3.602	0.07	0.27
Z01_S49_TB74	3.450	0.07	0.25
Z01_S49_TB75	3.601	0.07	0.27
Z01_S49_TB76	3.298	0.07	0.24
Z01_S49_TB77	3.773	0.07	0.28
Z01_S49_TB78	0.204	0.07	0.02
Z01_S49_TB79	4.908	0.07	0.36
Z01_S49_TB80	2.588	0.07	0.17
Z01_S49_TB81	2.669	0.07	0.18
Z01_S49_TB82	6.575	0.07	0.44
Z01_S49_TB83	5.710	0.07	0.39
Z01_S49_TB84	3.199	0.07	0.22
Z01_S49_TB85	6.323	0.07	0.43
Z01_S49_TB86	3.803	0.07	0.26
Z01_S49_TB87	2.640	0.07	0.18
Z01_S49_TB88	4.417	0.07	0.30
Z01_S49_TB89	1.020	0.07	0.08
		TOTAL	29.62

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 204.60

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	901.18
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	901.18

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

Cálculo del factor de reducción

$H_{v,ue}$ ($V_u = 2999.17 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.76 \text{ v/h}$)

1757.18

L_{ue}

+

204.60

=

Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

1961.78

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.69$$

52. RECINTO Z01_S50_VEST 3

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S50_W02	16.77	0.54	8.99
TOTAL			8.99

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

8.99

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S50_W01	9.11	0.35	3.16
TOTAL			3.16

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Z01_S50_W01_G1	3.06	1.31	4.01
Z01_S50_W01_G2	3.06	1.31	4.01
Z01_S50_W01_G3	3.06	1.31	4.01
Z01_S50_W01_G4	3.06	1.31	4.01
Z01_S50_W01_G5	3.06	1.31	4.01
Z01_S50_W01_G6	3.06	1.31	4.01
TOTAL			24.05

Cálculo del factor de reducción

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Z01_S50_W01_G1_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S50_W01_G1_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S50_W01_G1_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S50_W01_G1_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S50_W01_G2_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S50_W01_G2_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S50_W01_G2_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S50_W01_G2_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S50_W01_G3_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S50_W01_G3_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S50_W01_G3_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S50_W01_G3_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S50_W01_G4_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S50_W01_G4_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S50_W01_G4_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S50_W01_G4_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S50_W01_G5_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S50_W01_G5_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S50_W01_G5_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S50_W01_G5_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S50_W01_G6_TB1_inf	1.020	0.08	0.08
Z01_S50_W01_G6_TB2_lat	3.000	-0.03	-0.09
Z01_S50_W01_G6_TB3_sup	1.020	0.15	0.15
Z01_S50_W01_G6_TB4_lat	3.000	-0.03	-0.09
TOTAL			0.41

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 27.62

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	8.99
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	8.99

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 58.02 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 4.44 \text{ v/h}$)	85.95
	+
L_{ue}	27.62
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	113.57

Cálculo del factor de reducción

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.93$$

PROYECTO DE EJECUCIÓN

NUEVO CONSERVATORIO PROFESIONAL DE MÚSICA EN LA ANTIGUA UNIVERSIDAD LABORAL, ZAMORA. EXPEDIENTE Nº: A2020/000031

6. INDICADORES

Indicadores de eficiencia energética

Demanda		
	Edificio objeto (kWh/m ²)	Edificio de referencia (kWh/m ²)
Refrigeración	21.80	20.31
Calefacción	6.92	55.50

Consumo de energía primaria no renovable		
	Edificio objeto (kWh/m ²)	Edificio de referencia (kWh/m ²)
Global	91.65	286.00
Refrigeración	22.06	23.35
Calefacción	5.86	93.48
ACS	6.54	10.17
Iluminación	56.06	159.00

Emisiones		
	Edificio objeto (kgCO ₂ /m ² ·año)	Edificio de referencia (kgCO ₂ /m ² ·año)
Global	15.53	57.27
Refrigeración	3.74	3.96
Calefacción	0.99	24.66
ACS	1.11	1.72
Iluminación	9.50	26.93

PROYECTO DE EJECUCIÓN

NUEVO CONSERVATORIO PROFESIONAL DE MÚSICA EN LA ANTIGUA UNIVERSIDAD LABORAL, ZAMORA. EXPEDIENTE Nº: A2020/000031

7. INFORME DE DEMANDA

Demanda energética

ÍNDICE

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	3
2. RESULTADOS MENSUALES.....	3
2.1. Balance energético anual del edificio.....	3
2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.....	5
2.3. Evolución de la temperatura.....	5
2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.....	9
3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	12
3.1. Agrupaciones de recintos.....	12

Demanda energética

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u	D_{cal}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
zona 1	177.28	3222.86	18.18	1698.56	9.58
zona 2	245.99	53.61	0.22	7058.85	28.70
zona 3	311.07	294.79	0.95	8372.22	26.91
zona 4	189.44	3543.60	18.71	2574.16	13.59
zona 5	292.75	1100.26	3.76	6176.36	21.10
zona 6	413.40	2332.65	5.64	9533.36	23.06
zona 7	74.23	407.58	5.49	1895.76	25.54
zona 8	205.94	3320.58	16.12	3184.98	15.47
zona 9	94.65	473.24	5.00	2050.23	21.66
zona10	191.07	447.07	2.34	5330.77	27.90
	2195.83	15196.24	6.92	47875.26	21.80

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.

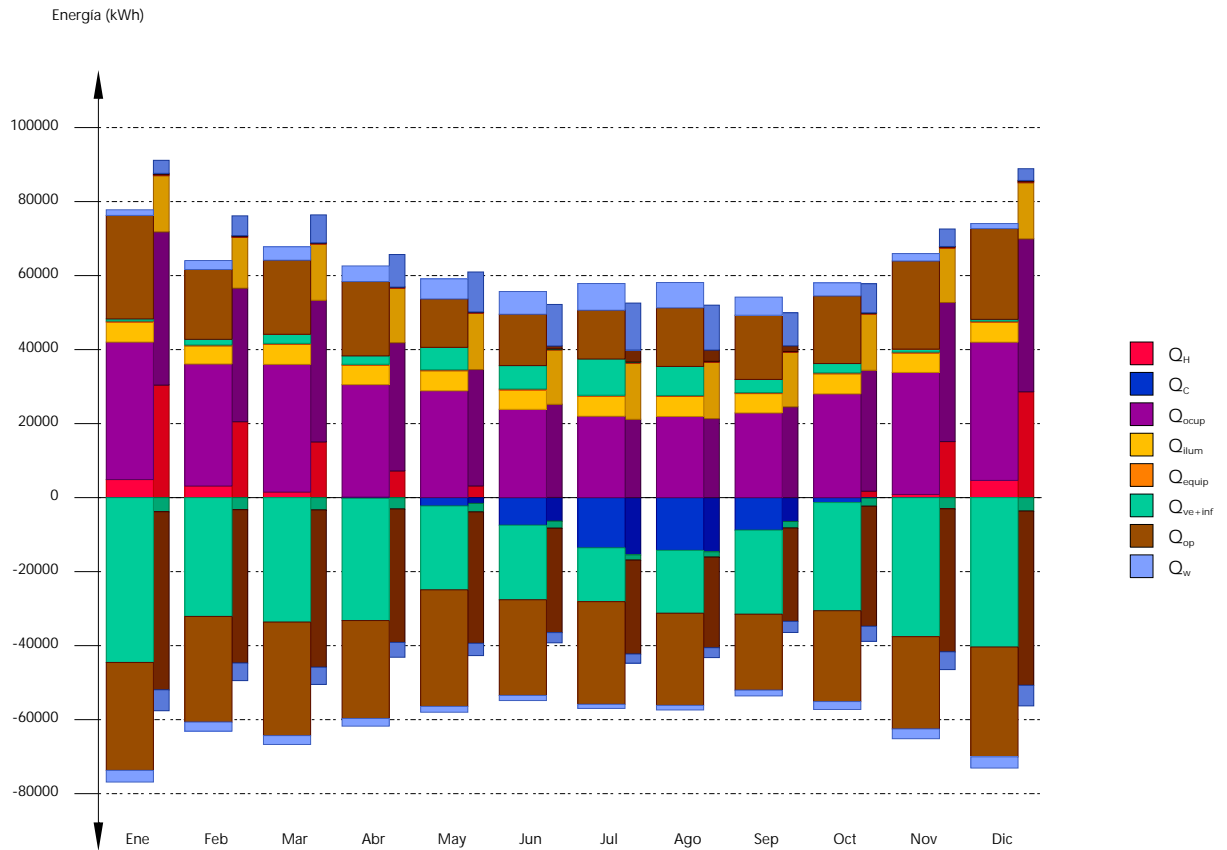
D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

2. RESULTADOS MENSUALES.

2.1. Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{illum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_c).

Demanda energética



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	
Balance energético anual del edificio.														
Q_{op}	27975.7	18877.6	20015.9	20087.6	13077.6	13871.4	13178.3	15837.6	17349.2	18272.7	23813.7	24536.6	-97687.64	-44.49
Q_w	-29172.6	-28549.5	-30680.6	-26464.8	-31510.6	-25858.6	-27752.7	-24904.9	-20524.1	-24551.2	-24929.7	-29682.4	24493.89	11.15
Q_{ve+inf}	572.4	1522.5	2457.2	2275.3	6062.9	6325.1	9790.0	7846.2	3554.2	2505.7	809.0	485.1	-303332.37	-138.14
Q_{equip}	280.6	253.5	280.6	271.6	280.6	271.6	280.6	280.6	271.6	280.6	271.6	280.6	3304.37	1.50
Q_{illum}	5401.4	4878.6	5401.4	5227.1	5401.4	5227.1	5401.4	5401.4	5227.1	5401.4	5227.1	5401.4	63596.69	28.96
Q_{occup}	37152.4	32977.1	34501.8	30397.7	28844.9	23855.3	21988.0	21926.9	22885.8	28047.1	32968.4	37349.3	352894.69	160.71
Q_H	4882.1	3137.8	1502.5	137.3	25.2	--	--	--	--	--	857.6	4653.8	15196.24	6.92
Q_C	-4.1	--	-8.7	-207.3	-2245.4	-7453.6	-13562.9	-14254.2	-8784.4	-1339.5	-15.2	--	-47875.26	-21.80
Q_{HC}	4886.1	3137.8	1511.2	344.6	2270.6	7453.6	13562.9	14254.2	8784.4	1339.5	872.8	4653.8	63071.50	28.72

donde:

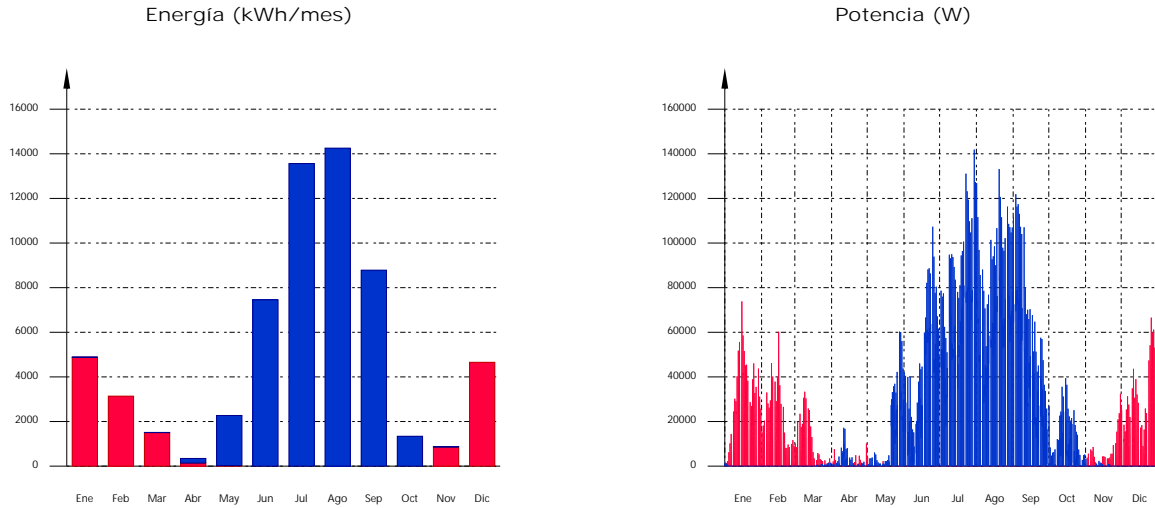
- Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.
- Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.
- Q_{illum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.
- Q_{occup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.
- Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.
- Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.

Demanda energética

Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

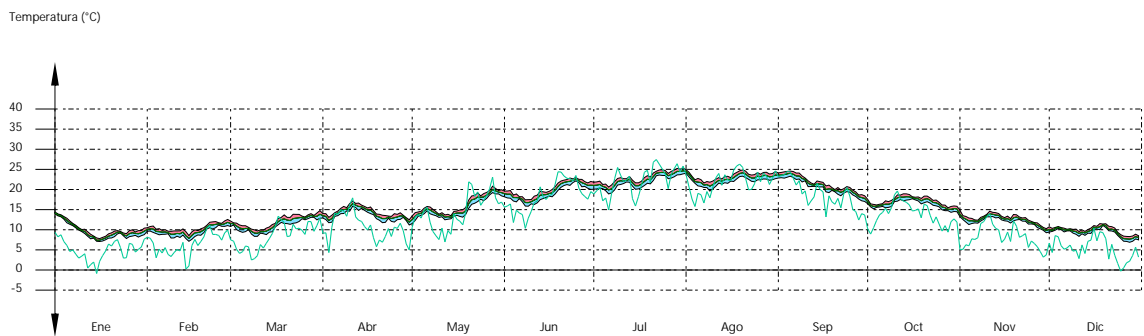
Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:



2.3. Evolución de la temperatura.

La evolución de la temperatura operativa interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, en cada zona:

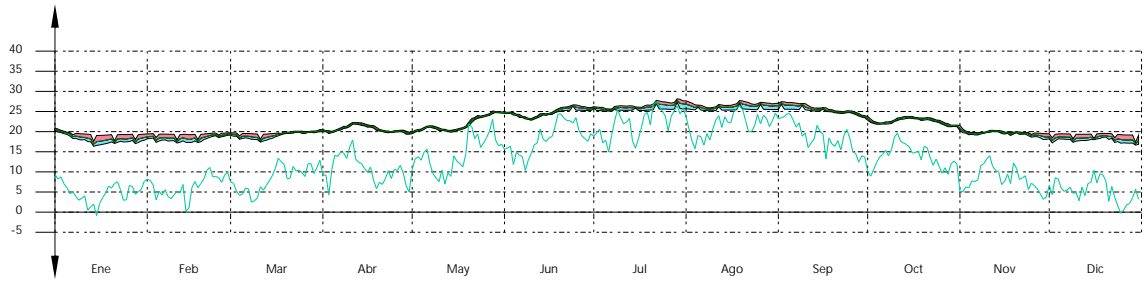
Zona común



zona 1

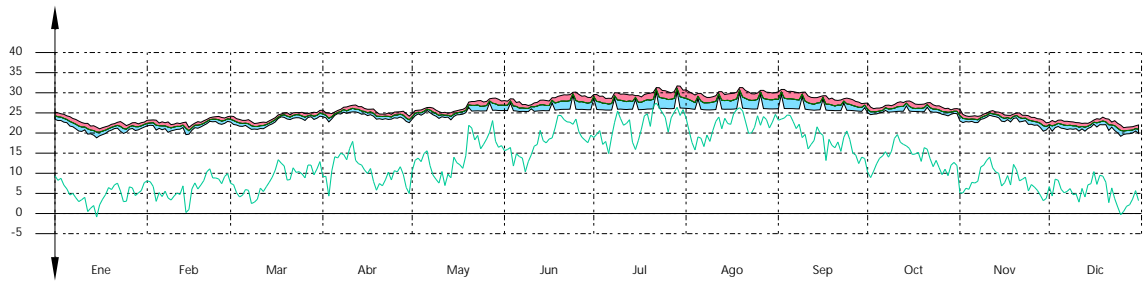
Demanda energética

Temperatura (°C)



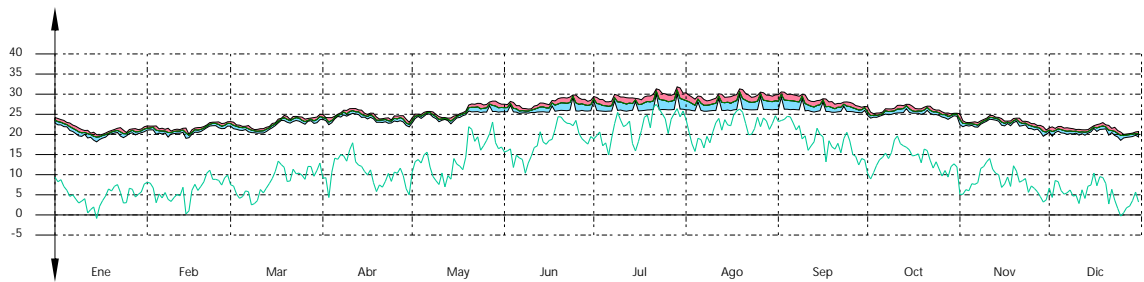
zona 2

Temperatura (°C)



zona 3

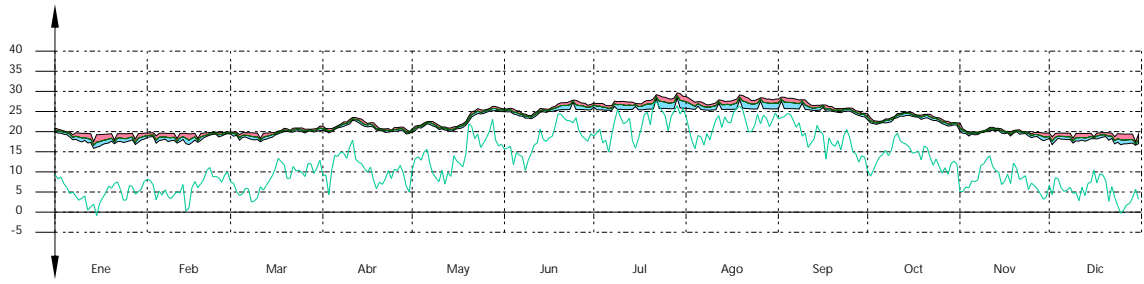
Temperatura (°C)



zona 4

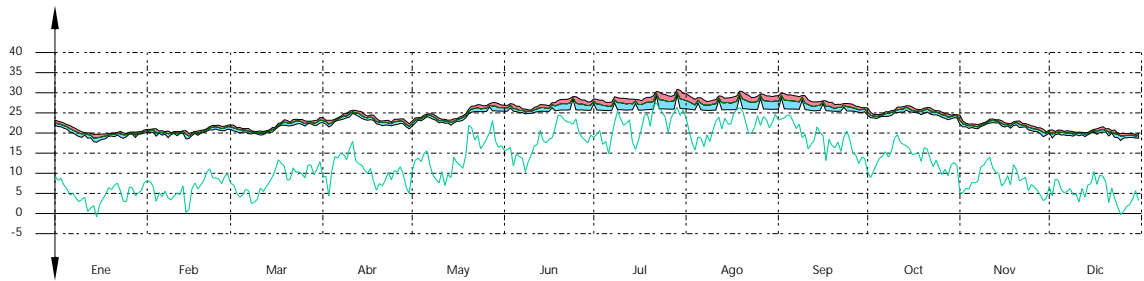
Demanda energética

Temperatura (°C)



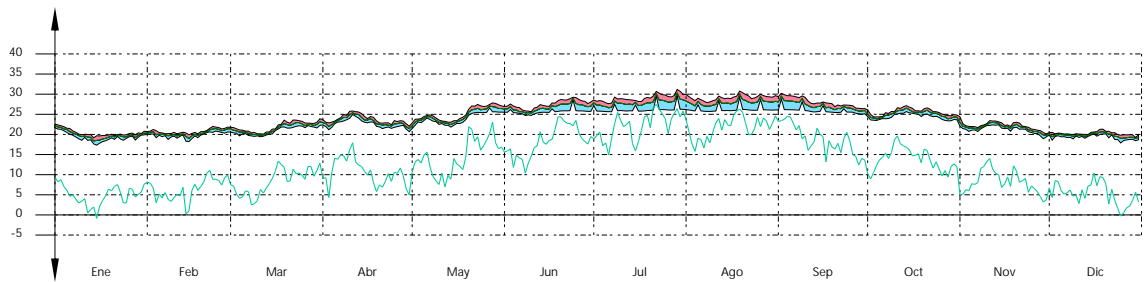
zona 5

Temperatura (°C)



zona 6

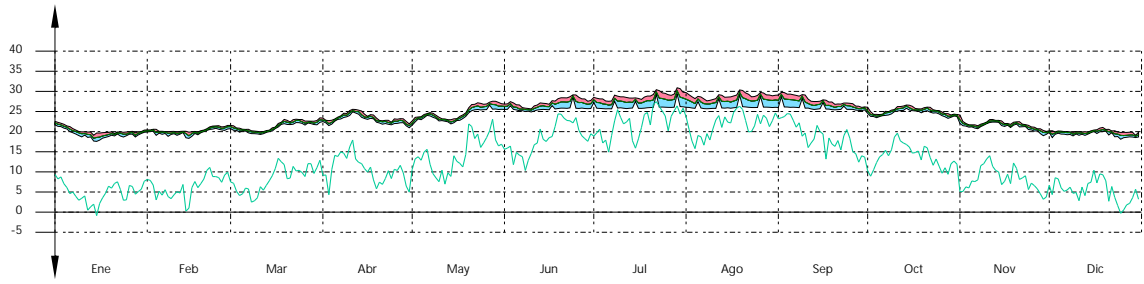
Temperatura (°C)



zona 7

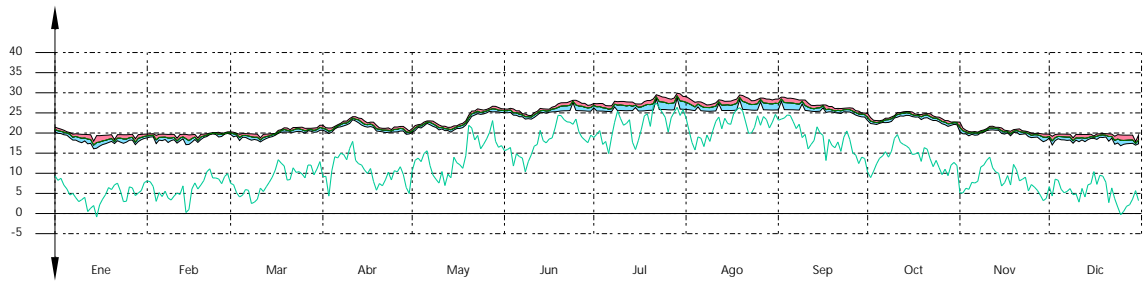
Demanda energética

Temperatura (°C)



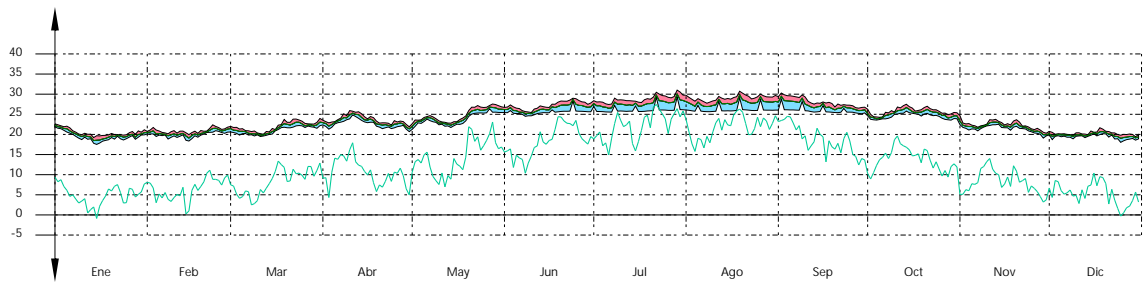
zona 8

Temperatura (°C)



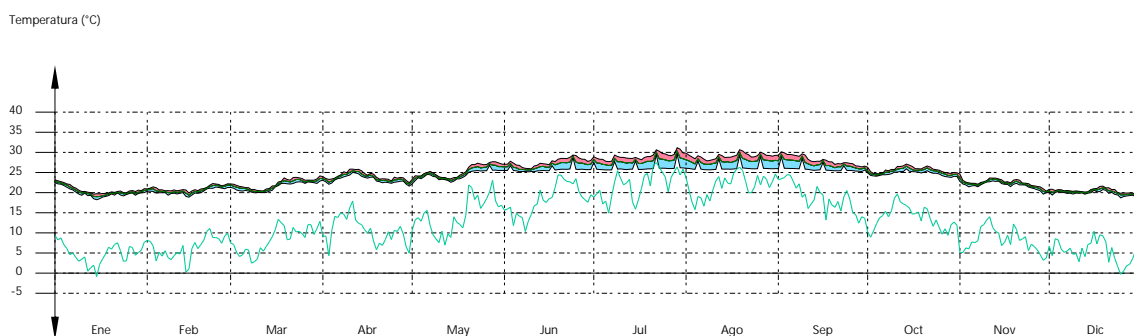
zona 9

Temperatura (°C)



zona10

Demanda energética



2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona común (A_e = 7326.58 m²; V = 28975.44 m³)														
Q _{op}	27975.0	18875.9	20015.9	20087.3	12979.5	13067.4	10211.9	12292.0	15357.2	18250.5	23811.3	24536.2	170215.83	23.23
	-590.9	-1595.0	-2638.5	-2550.3	-6564.9	-6932.8	-10200.0	-8243.5	-3890.3	-2710.8	-846.3	-480.9		
Q _w	402.7	621.1	969.0	1103.4	1390.1	1472.4	1692.0	1572.5	1170.1	873.2	489.1	352.5	10170.76	1.39
	-243.8	-174.3	-176.7	-164.4	-108.8	-114.9	-96.3	-116.1	-144.0	-171.6	-209.6	-216.8		
Q _{ve+inf}	572.4	1522.5	2457.2	2275.3	6017.3	6248.0	9263.3	7462.1	3461.2	2504.9	809.0	485.1	-181155.62	-24.73
	-28256.6	-19265.4	-20633.6	-20859.8	-13598.5	-13742.1	-10835.1	-13041.6	-16147.4	-18861.6	-24221.7	-24770.6		
Q _{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q _{ilum}	51.0	46.1	51.0	49.4	51.0	49.4	51.0	51.0	49.4	51.0	49.4	51.0	600.43	0.08
Q _{ocup}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00

zona 1 (A_e = 177.28 m²; V = 818.06 m³)														
Q _{op}	--	--	--	--	--	6.0	83.9	101.6	56.1	--	--	--	-22007.20	-124.14
	-2419.1	-2287.4	-2251.4	-1818.2	-1972.6	-1582.3	-1365.0	-1227.9	-1290.8	-1662.5	-1881.9	-2495.8		
Q _w	20.6	40.1	83.0	133.9	202.9	243.6	272.9	231.1	132.6	76.7	33.1	15.6	484.80	2.73
	-138.1	-103.4	-96.0	-80.0	-58.1	-53.2	-41.0	-46.2	-61.5	-83.0	-108.0	-133.0		
Q _{ve+inf}	--	--	--	0.0	12.6	12.5	54.0	42.5	12.1	0.7	--	--	-5034.63	-28.40
	-753.1	-568.6	-534.9	-467.1	-331.7	-247.2	-142.2	-155.6	-275.0	-407.2	-564.1	-722.4		
Q _{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q _{ilum}	460.4	415.8	460.4	445.5	460.4	445.5	460.4	460.4	445.5	460.4	445.5	460.4	5420.25	30.57
Q _{ocup}	1996.1	1798.7	1938.7	1770.0	1710.2	1379.0	1279.7	1268.9	1305.2	1642.4	1852.5	2008.1	19949.50	112.53
Q _H	859.4	730.1	431.4	46.2	11.7	--	--	--	--	--	250.5	893.6	3222.86	18.18
Q _C	--	--	--	--	-0.3	-176.3	-573.8	-647.6	-300.6	--	--	--	-1698.56	-9.58
Q _{HC}	859.4	730.1	431.4	46.2	12.1	176.3	573.8	647.6	300.6	--	250.5	893.6	4921.42	27.76

zona 2 (A_e = 245.99 m²; V = 996.26 m³)														
Q _{op}	--	--	--	--	17.2	96.7	306.7	364.3	220.8	6.7	--	--	-36018.32	-146.42
	-3800.4	-3564.7	-3774.9	-3283.8	-3270.9	-2485.5	-2276.7	-2180.8	-2218.8	-2914.9	-3382.9	-3876.5		
Q _w	41.4	78.4	125.0	180.0	290.1	366.5	420.3	365.5	218.9	124.9	58.7	37.4	125.00	0.51
	-284.3	-224.0	-214.6	-181.0	-137.0	-115.4	-93.1	-102.0	-127.6	-183.3	-242.5	-277.3		
Q _{ve+inf}	--	--	--	--	1.5	6.0	48.6	35.0	8.4	--	--	--	-14123.01	-57.41
	-1858.4	-1492.6	-1536.5	-1417.0	-1079.5	-700.6	-399.3	-424.6	-724.2	-1198.8	-1586.2	-1804.7		
Q _{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q _{ilum}	624.0	563.6	624.0	603.9	624.0	603.9	624.0	624.0	603.9	624.0	603.9	624.0	7347.45	29.87
Q _{ocup}	5392.8	4756.8	4916.5	4322.2	4130.5	3511.8	3238.6	3245.1	3382.3	4070.7	4682.7	5410.3	51060.20	207.57
Q _H	25.0	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	23.3	53.61	0.22
Q _C	-4.1	--	-8.7	-108.3	-457.8	-1179.8	-1770.6	-1829.7	-1267.2	-417.6	-15.0	--	-7058.85	-28.70
Q _{HC}	29.1	5.3	8.7	108.3	457.8	1179.8	1770.6	1829.7	1267.2	417.6	15.0	23.3	7112.46	28.91

Demanda energética

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
zona 3 (A _s = 311.07 m ² ; V = 1265.06 m ³)														
Q _{op}	--	--	--	--	18.4	99.0	327.8	371.3	237.3	6.3	--	--	-40773.63	-131.07
Q _w	128.3	219.0	403.1	505.5	650.9	802.0	959.7	917.9	635.1	386.9	168.0	103.0	1032.48	3.32
Q _{ve+inf}	--	--	--	--	1.8	6.9	57.2	40.2	9.5	--	--	--	-16930.61	-54.43
Q _{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q _{ilum}	728.2	657.7	728.2	704.7	728.2	704.7	728.2	728.2	704.7	728.2	704.7	728.2	8573.85	27.56
Q _{ocup}	6278.8	5537.2	5708.2	4984.5	4739.5	3997.8	3669.5	3676.9	3846.9	4665.7	5484.7	6310.3	58900.10	189.34
Q _H	139.3	40.6	0.6	--	--	--	--	--	--	--	1.5	112.8	294.79	0.95
Q _C	--	--	--	-70.6	-491.4	-1406.7	-2213.0	-2302.1	-1526.5	-361.7	-0.2	--	-8372.22	-26.91
Q _{H+C}	139.3	40.6	0.6	70.6	491.4	1406.7	2213.0	2302.1	1526.5	361.7	1.7	112.8	8667.00	27.86

zona 4 (A _s = 189.44 m ² ; V = 917.59 m ³)														
Q _{op}	0.4	0.8	0.0	0.2	0.3	42.9	230.4	286.5	141.4	0.9	0.8	0.2	-19713.62	-104.06
Q _w	47.0	88.9	165.2	223.6	316.3	362.2	417.0	366.2	235.0	145.9	67.5	34.6	1267.20	6.69
Q _{ve+inf}	--	--	--	--	9.7	11.6	65.7	50.6	13.0	0.0	--	--	-9841.66	-51.95
Q _{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q _{ilum}	468.7	423.4	468.7	453.6	468.7	453.6	468.7	468.7	453.6	468.7	453.6	468.7	5518.80	29.13
Q _{ocup}	2279.5	2037.1	2182.7	1973.0	1860.9	1493.4	1373.9	1368.2	1431.4	1815.7	2098.9	2286.6	22201.29	117.19
Q _H	1003.2	767.1	424.3	54.2	9.1	--	--	--	--	--	274.0	1011.7	3543.60	18.71
Q _C	--	--	--	--	-33.3	-321.5	-860.5	-912.0	-446.8	--	--	--	-2574.16	-13.59
Q _{H+C}	1003.2	767.1	424.3	54.2	42.3	321.5	860.5	912.0	446.8	--	274.0	1011.7	6117.76	32.29

zona 5 (A _s = 292.75 m ² ; V = 1300.45 m ³)														
Q _{op}	--	--	--	--	14.5	131.0	454.2	549.9	308.9	1.3	0.1	--	-33270.79	-113.65
Q _w	150.9	253.2	358.3	395.7	501.3	564.0	680.7	657.6	482.7	353.3	207.7	139.4	2094.38	7.15
Q _{ve+inf}	--	--	--	--	3.4	8.0	64.6	46.2	10.7	--	--	--	-15503.73	-52.96
Q _{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q _{ilum}	691.9	625.0	691.9	669.6	691.9	669.6	691.9	691.9	669.6	691.9	669.6	691.9	8146.80	27.83
Q _{ocup}	4724.1	4207.3	4395.1	3845.8	3653.9	3020.8	2796.3	2784.1	2896.1	3527.4	4184.3	4761.9	44797.06	153.02
Q _H	435.9	206.6	60.0	--	--	--	--	--	--	--	24.6	373.1	1100.26	3.76
Q _C	--	--	--	-6.5	-286.8	-964.7	-1765.2	-1853.7	-1163.0	-136.4	--	--	-6176.36	-21.10
Q _{H+C}	435.9	206.6	60.0	6.5	286.8	964.7	1765.2	1853.7	1163.0	136.4	24.6	373.1	7276.63	24.86

zona 6 (A _s = 413.40 m ² ; V = 1965.57 m ³)														
Q _{op}	--	0.1	--	--	23.6	194.6	674.7	802.5	440.4	2.7	0.4	--	-47169.20	-114.10
Q _w	364.0	558.0	722.7	761.9	915.8	1020.0	1221.3	1231.4	944.0	762.0	489.6	339.6	4310.74	10.43
Q _{ve+inf}	--	--	--	--	3.8	10.8	89.2	61.8	13.8	--	--	--	-28226.46	-68.28
Q _{equip}	280.6	253.5	280.6	271.6	280.6	271.6	280.6	280.6	271.6	280.6	271.6	280.6	3304.37	7.99
Q _{ilum}	712.4	643.4	712.4	689.4	712.4	689.4	712.4	712.4	689.4	712.4	689.4	712.4	8387.70	20.29
Q _{ocup}	7332.5	6495.7	6799.3	5961.7	5610.0	4595.4	4222.0	4199.0	4408.2	5422.7	6494.6	7367.1	68908.24	166.69
Q _H	888.3	433.1	153.3	--	--	--	--	--	--	--	65.7	792.4	2332.65	5.64
Q _C	--	--	--	-8.0	-455.8	-1489.3	-2748.3	-2880.0	-1764.2	-187.8	--	--	-9533.36	-23.06
Q _{H+C}	888.3	433.1	153.3	8.0	455.8	1489.3	2748.3	2880.0	1764.2	187.8	65.7	792.4	11866.01	28.70

zona 7 (A _s = 74.23 m ² ; V = 333.29 m ³)														
Q _{op}	--	0.0	--	0.0	6.9	49.1	149.4	167.0	93.0	0.7	0.0	--	-7962.17	-107.27
Q _w	57.1	81.3	126.6	154.7	197.6	227.0	265.4	248.0	173.7	122.9	69.6	46.0	983.58	13.25
Q _{ve+inf}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q _{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q _{ilum}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q _{ocup}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q _H	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q _C	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q _{H+C}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Demanda energética

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	
Q_{ve+inf}	--	--	--	--	0.8	1.9	16.3	12.1	2.8	--	--	--	-4295.38	-57.87
Q_{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q_{ilum}	208.3	188.2	208.3	201.6	208.3	201.6	208.3	208.3	201.6	208.3	201.6	208.3	2452.80	33.04
Q_{ocup}	1117.8	996.1	1041.7	907.9	857.4	704.0	653.1	654.1	683.2	831.8	996.2	1125.7	10569.23	142.39
Q_H	157.3	75.2	22.0	--	--	--	--	--	--	--	10.4	142.8	407.58	5.49
Q_C	--	--	--	-1.2	-94.4	-304.2	-540.6	-566.8	-350.9	-37.7	--	--	-1895.76	-25.54
Q_{HC}	157.3	75.2	22.0	1.2	94.4	304.2	540.6	566.8	350.9	37.7	10.4	142.8	2303.34	31.03

zona 8 ($A_t = 205.94 \text{ m}^2$; $V = 981.22 \text{ m}^3$)

Q_{op}	0.3	0.7	--	0.1	1.2	55.4	271.1	332.6	163.6	1.0	1.1	0.1	-23441.23	-113.83
Q_w	46.7	87.8	149.8	188.4	257.7	298.0	348.9	322.6	216.8	147.3	70.0	33.2	649.36	3.15
Q_{ve+inf}	--	--	--	--	9.6	13.2	79.1	59.5	14.6	--	--	--	-12957.08	-62.92
Q_{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q_{ilum}	608.2	549.4	608.2	588.6	608.2	588.6	608.2	608.2	588.6	608.2	588.6	608.2	7161.30	34.77
Q_{ocup}	3006.9	2685.8	2866.4	2576.4	2425.3	1952.6	1793.3	1783.5	1868.9	2355.0	2752.3	3017.3	29083.67	141.23
Q_H	986.1	717.3	373.7	37.0	4.4	--	--	--	--	--	215.5	986.7	3320.58	16.12
Q_C	--	--	--	--	-58.0	-417.9	-1036.0	-1099.1	-571.7	-2.2	--	--	-3184.98	-15.47
Q_{HC}	986.1	717.3	373.7	37.0	62.5	417.9	1036.0	1099.1	571.7	2.2	215.5	986.7	6505.56	31.59

zona 9 ($A_t = 94.65 \text{ m}^2$; $V = 418.96 \text{ m}^3$)

Q_{op}	--	--	--	--	4.4	41.8	148.5	178.9	101.3	0.9	--	--	-11290.32	-119.28
Q_w	128.9	184.4	208.9	186.4	178.8	178.0	226.7	270.9	247.8	236.2	171.2	127.3	1415.69	14.96
Q_{ve+inf}	--	--	--	--	1.1	2.5	20.1	13.2	2.9	--	--	--	-5680.87	-60.02
Q_{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q_{ilum}	283.7	256.3	283.7	274.6	283.7	274.6	283.7	283.7	274.6	283.7	274.6	283.7	3340.66	35.29
Q_{ocup}	1502.6	1331.4	1396.4	1227.8	1169.5	959.9	883.8	870.9	904.0	1104.7	1324.2	1512.1	14187.24	149.89
Q_H	186.6	84.0	28.4	--	--	--	--	--	--	--	11.3	162.9	473.24	5.00
Q_C	--	--	--	-1.2	-85.2	-295.6	-581.3	-633.4	-406.2	-47.3	--	--	-2050.23	-21.66
Q_{HC}	186.6	84.0	28.4	1.2	85.2	295.6	581.3	633.4	406.2	47.3	11.3	162.9	2523.47	26.66

zona10 ($A_t = 191.07 \text{ m}^2$; $V = 866.58 \text{ m}^3$)

Q_{op}	--	--	--	--	11.4	87.6	319.7	391.0	229.1	1.6	--	--	-26256.99	-137.42
Q_w	132.7	217.6	312.9	379.5	520.9	613.1	712.8	652.9	443.4	305.6	181.1	126.7	1959.90	10.26
Q_{ve+inf}	--	--	--	--	1.4	3.6	31.8	22.9	5.1	--	--	--	-9583.32	-50.16
Q_{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q_{ilum}	564.5	509.9	564.5	546.3	564.5	546.3	564.5	564.5	546.3	564.5	546.3	564.5	6646.65	34.79
Q_{ocup}	3521.2	3131.0	3256.8	2828.3	2687.6	2240.7	2077.8	2076.1	2159.6	2611.0	3098.0	3550.0	33238.17	173.96
Q_H	201.0	78.7	8.8	--	--	--	--	--	--	--	4.0	154.6	447.07	2.34
Q_C	--	--	--	-11.5	-282.4	-897.6	-1473.4	-1529.7	-987.4	-148.8	--	--	-5330.77	-27.90
Q_{HC}	201.0	78.7	8.8	11.5	282.4	897.6	1473.4	1529.7	987.4	148.8	4.0	154.6	5777.84	30.24

donde:

- A_t : Superficie útil de la zona térmica, m².
- V : Volumen interior neto de la zona térmica, m³.
- Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.
- Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.
- Q_{ilum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.
- Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.
- Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.

Demanda energética

Q_c : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.

Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

3.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

Demanda energética

	S (m ²)	V (m ³)	h (%)	ren _h (1/h)	SQ _{ocup,s} (kWh/año)	SQ _{ocup,l} (kWh/año)	SQ _{equip,s} (kWh/año)	SQ _{equip,l} (kWh/año)	SQ _{ilum} (kWh/año)	T ^o calef. media (°C)	T ^o refri g. media (°C)
Zona común (Zona no habitable)											
VEST 1	13.92	59.84	--	4.19	--	--	--	--	--		
VEST 2	7.81	33.58	--	4.19	--	--	--	--	--		
VEST 3	13.69	58.85	--	4.19	--	--	--	--	--		
VEST 4	7.59	32.62	--	4.19	--	--	--	--	--		
VEST 8	22.27	114.46	--	0.58	--	--	--	--	--		
VEST 9	6.37	32.74	--	3.50	--	--	--	--	--		
VEST11	5.69	29.23	--	3.50	--	--	--	--	--		
VEST20	11.43	58.73	--	3.50	--	--	--	--	--		
ESC 1	20.71	89.03	--	0.69	--	--	--	--	--		
ESC 2	22.68	97.51	--	0.69	--	--	--	--	--		
ESC 4	22.92	117.82	--	0.58	--	--	--	--	--		
ESC 5	19.00	97.68	--	0.58	--	--	--	--	--		
ASC 1	11.47	49.31	--	0.69	--	--	--	--	--		
ASC 1	12.38	63.64	--	0.58	--	--	--	--	--		
GARAJE S-2	2004.76	8620.47	--	0.69	--	--	--	--	300.21		
GARAJE S-1	1906.36	9811.83	--	0.58	--	--	--	--	300.21		
ALMACEN 1	26.92	115.76	--	0.69	--	--	--	--	--		
ALMACEN 2	12.39	53.28	--	0.69	--	--	--	--	--		
EXTRACCION SOT 2	36.97	158.96	--	0.69	--	--	--	--	--		
VENTE SOT I -2	15.74	67.70	--	0.69	--	--	--	--	--		
GEOTERMIA -2	42.21	181.52	--	0.69	--	--	--	--	--		
EXTRACCION -1	95.16	489.13	--	0.58	--	--	--	--	--		
EXTRACCION -2a	7.00	35.97	--	0.58	--	--	--	--	--		
GEOTERMIA -1	42.77	220.71	--	0.58	--	--	--	--	--		
TELECOM -1	16.32	83.86	--	0.58	--	--	--	--	--		
C limpieza	6.60	33.91	--	1.33	--	--	--	--	--		Oscilación libre
ALMACEN INSTR	59.42	240.62	--	0.74	--	--	--	--	--		
Archivo Pb	17.50	70.88	--	0.74	--	--	--	--	--		
ASC 4	12.29	66.35	--	0.55	--	--	--	--	--		
ESC16	23.33	125.97	--	0.55	--	--	--	--	--		
ESC 8	8.54	34.57	--	0.74	--	--	--	--	--		
VEST22	14.12	57.18	--	0.74	--	--	--	--	--		
ESC10	18.27	74.01	--	0.74	--	--	--	--	--		
ASC 2	3.27	13.25	--	0.74	--	--	--	--	--		
VEST20	6.20	25.12	--	0.74	--	--	--	--	--		
ESC 9	16.02	64.87	--	0.74	--	--	--	--	--		
ASC 3	11.62	47.06	--	0.74	--	--	--	--	--		
Basuras	4.39	17.77	--	0.74	--	--	--	--	--		
CIR CONS P1	391.70	2038.43	--	0.57	--	--	--	--	--		
CIR 8	453.73	1837.61	--	0.74	--	--	--	--	--		
ALMACEN19	56.28	227.91	--	0.74	--	--	--	--	--		
Cuarto limpio	5.16	24.16	--	1.86	--	--	--	--	--		
Cuarto Limpio PB	4.89	19.81	--	2.27	--	--	--	--	--		
PAT P1 a	4.29	18.99	--	0.67	--	--	--	--	--		
PB	5.73	23.20	--	0.74	--	--	--	--	--		
PAT PB	8.26	33.44	--	0.74	--	--	--	--	--		
RACK P1	5.32	22.20	--	0.72	--	--	--	--	--		
RACK PB	6.59	26.71	--	0.74	--	--	--	--	--		
Sin uso PB	1764.24	2999.17	--	1.76	--	--	--	--	--		
vest 3	14.33	58.02	--	4.44	--	--	--	--	--		
	7326.58	28975.44	--	1.29	--	--	--	--	600.42		

Demanda energética

	S (m ²)	V (m ³)	h (%)	ren _h (1/h)	SQ _{ocup,s} (kWh/año)	SQ _{ocup,l} (kWh/año)	SQ _{equip,s} (kWh/año)	SQ _{equip,l} (kWh/año)	SQ _{ilum} (kWh/año)	T ⁺ calef. media (°C)	T ⁺ refri g. media (°C)
zona 1 (Zona habitable)											
Aula PGRAL 3	31.30	126.77	71.00	0.35	13907.38	9271.58	--	--	514.65	20.0	25.0
CAB 4	11.63	47.09	71.00	3.82	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
CAB 9 Percusion	21.23	85.97	71.00	2.09	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Aseo 2 in 1	10.53	45.26	71.00	3.98	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
Aseo 2 in 1	12.80	65.79	71.00	2.74	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
1Aseo 2 in 1	25.07	129.08	71.00	1.39	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
2Aseo 2 in 1	27.47	141.33	71.00	1.27	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
3Aseo 2 in	18.11	73.34	71.00	2.45	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
7Aseo 2 in	19.15	103.43	71.00	1.74	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
	177.28	818.06	71.00	2.21/0.92 ⁺	19205.42	12803.62	--	--	5420.25	20.0	25.0
zona 2 (Zona habitable)											
Aula Pgral 1	41.64	168.65	71.00	6.67	16556.40	11037.60	--	--	2365.20	20.0	25.0
Aula PGRAL 2	30.58	123.84	71.00	0.36	13907.38	9271.58	--	--	514.65	20.0	25.0
Aula Orquesta	118.44	479.69	71.00	3.28	23178.96	15452.64	--	--	2628.00	20.0	25.0
CAB 1	15.63	63.28	71.00	2.84	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
CAB 8	10.75	43.53	71.00	4.14	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Secretaria	28.96	117.27	71.00	0.80	1324.51	883.01	--	--	613.20	20.0	25.0
	245.99	996.26	71.00	3.02/1.63 ⁺	60265.30	40176.86	--	--	7347.45	20.0	25.0
zona 3 (Zona habitable)											
Aula PGRAL 4	30.90	125.13	71.00	0.36	13907.38	9271.58	--	--	514.65	20.0	25.0
Aula Percusion	61.50	249.07	71.00	1.45	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
Sala Usos Múltiples	126.67	518.21	71.00	4.34	33112.80	22075.20	--	--	3153.60	20.0	25.0
CAB 5	12.22	49.47	71.00	3.64	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
CAB 7	11.29	45.72	71.00	3.94	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
CAB 10 Percusion	21.49	87.02	71.00	2.07	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Cabina 11 Percusion	20.60	83.45	71.00	2.16	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Camerino 3	14.42	58.42	71.00	3.20	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Repro	6.86	27.78	71.00	1.62	662.26	441.50	--	--	613.20	20.0	25.0
CGD	5.13	20.79	71.00	2.16	662.26	441.50	--	--	613.20	20.0	25.0
	311.07	1265.06	71.00	2.49/1.49 ⁺	66887.86	44591.90	--	--	8573.85	20.0	25.0
zona 4 (Zona habitable)											
A Ens Pinstr12	19.73	91.42	71.00	1.97	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Camerino 4	16.03	64.92	71.00	2.88	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Departamentos 2	12.78	56.48	71.00	0.80	662.26	441.50	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr 7	19.09	84.90	71.00	2.12	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
6Aseo 4 in	20.50	110.68	71.00	3.25	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
1Aseo 4 in	16.19	65.59	71.00	5.49	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr13	20.87	96.66	71.00	1.86	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Pinstru a4	33.28	179.70	71.00	2.00	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Pinstru a9	30.97	167.24	71.00	2.15	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
	189.44	917.59	71.00	2.50/1.30 ⁺	21854.45	14569.63	--	--	5518.80	20.0	25.0
zona 5 (Zona habitable)											
Fonoteca	38.04	175.83	71.00	1.79	4635.79	3090.53	--	--	613.20	20.0	25.0

Demanda energética

	S (m ²)	V (m ³)	h (%)	ren _h (1/h)	SQ _{ocup,s} (kWh/año)	SQ _{ocup,l} (kWh/año)	SQ _{equip,s} (kWh/año)	SQ _{equip,l} (kWh/año)	SQ _{ium} (kWh/año)	T ⁺ calef. media (°C)	T ⁺ refri g. media (°C)
AMPA	12.60	55.93	71.00	1.67	1324.51	883.01	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Coro	99.19	401.74	71.00	3.92	23178.96	15452.64	--	--	2628.00	20.0	25.0
CAB 6	11.80	47.78	71.00	3.77	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Cabina 12 Percusion	20.25	82.00	71.00	2.20	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Director	16.12	72.78	71.00	0.62	662.26	441.50	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr10	20.53	95.19	71.00	1.89	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr14	20.02	92.72	71.00	1.94	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr15	20.94	96.94	71.00	1.86	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Pinstru a5	33.25	179.54	71.00	2.01	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
	292.75	1300.45	71.00	2.17/1.34 ⁺	48344.69	32229.79	--	--	8146.80	20.0	25.0

zona 6 (Zona habitable)

Aula Informatica	51.36	226.06	71.00	2.19	7284.82	4856.54	3304.37	--	613.20	20.0	25.0
Cafeteria	39.66	175.76	71.00	5.08	13132.59	8755.06	--	--	613.20	20.0	25.0
Jefe de estudios	12.21	55.08	71.00	0.82	662.26	441.50	--	--	613.20	20.0	25.0
Sala Profesores	48.36	214.12	71.00	3.36	10596.10	7064.06	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr 1	19.03	85.56	71.00	2.10	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr 3	19.69	88.40	71.00	2.04	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr 4	19.80	87.80	71.00	2.05	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr 9	18.75	86.95	71.00	2.07	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Musica Camara	52.71	234.01	71.00	1.54	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Pinstru a3	33.14	178.97	71.00	2.01	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Pinstru a7	35.92	193.96	71.00	1.86	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Pinstru a8	31.22	168.61	71.00	2.14	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula for General 1	31.54	170.31	71.00	4.23	10596.10	7064.06	--	--	1029.30	20.0	25.0
	413.40	1965.57	71.00	2.42/1.42 ⁺	74060.14	49373.43	3304.37	--	8387.70	20.0	25.0

zona 7 (Zona habitable)

Departamentos 1	13.56	59.94	71.00	0.75	662.26	441.50	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr 2	19.95	88.83	71.00	2.03	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr 8	20.03	92.87	71.00	1.94	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Pinstru a11	20.69	91.64	71.00	3.93	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
	74.23	333.29	71.00	2.16/1.28 ⁺	11258.35	7505.57	--	--	2452.80	20.0	25.0

zona 8 (Zona habitable)

A Ens Pinstr 5	19.75	88.38	71.00	2.04	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Contrabajo	47.20	207.92	71.00	1.73	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Pinstru a2	32.19	173.84	71.00	2.07	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Pinstru a10	20.74	91.44	71.00	3.94	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula for General 2	32.26	174.20	71.00	4.13	10596.10	7064.06	--	--	1029.30	20.0	25.0
5Aseo 4 in	20.46	110.47	71.00	3.26	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
2Aseo 4 in	16.31	66.08	71.00	5.45	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
4Aseo 1 in	5.08	20.59	71.00	4.37	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
1Aseo 1 in	4.16	16.86	71.00	5.34	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
3Aseo 1 in	3.07	12.43	71.00	7.24	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
2Aseo 1 in	4.69	19.01	71.00	4.73	--	--	--	--	613.20	20.0	25.0
	205.94	981.22	71.00	4.03/1.66 ⁺	29139.26	19426.18	--	--	7161.30	20.0	25.0

Demanda energética

	S (m ²)	V (m ³)	h (%)	ren _h (1/h)	SQ _{ocup,s} (kWh/año)	SQ _{ocup,l} (kWh/año)	SQ _{equip,s} (kWh/año)	SQ _{equip,l} (kWh/año)	SQ _{ilum} (kWh/año)	T [°] calef. media (°C)	T [°] refri g. media (°C)
zona 9 (Zona habitable)											
Biblioteca	42.35	195.94	71.00	2.99	8609.33	5739.55	--	--	1501.06	20.0	25.0
Aula Pinstru a1	30.99	136.69	71.00	2.63	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
Admin PB	11.36	46.00	71.00	0.98	662.26	441.50	--	--	613.20	20.0	25.0
Consergeria	9.96	40.33	71.00	1.12	662.26	441.50	--	--	613.20	20.0	25.0
	94.65	418.96	71.00	1.93/1.36*	15231.89	10154.59	--	--	3340.66	20.0	25.0
zona10 (Zona habitable)											
Orientacion	15.11	68.18	71.00	0.66	662.26	441.50	--	--	613.20	20.0	25.0
Departamentos 3	13.06	57.72	71.00	0.78	662.26	441.50	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr 6	20.36	90.01	71.00	2.00	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr11	21.23	98.38	71.00	1.83	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
A Ens Pinstr16	19.21	88.90	71.00	2.02	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula Pinstru a6	36.95	199.52	71.00	1.80	5298.05	3532.03	--	--	613.20	20.0	25.0
Aula PGRAL 5	31.17	126.22	71.00	0.36	13907.38	9271.58	--	--	514.65	20.0	25.0
CAB 2	14.30	57.92	71.00	3.11	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Camerino 2	4.10	16.60	71.00	5.42	1324.51	883.01	--	--	613.20	20.0	25.0
CAB 3	10.79	43.68	71.00	4.12	2649.02	1766.02	--	--	613.20	20.0	25.0
Camerino 1	4.80	19.46	71.00	4.62	1324.51	883.01	--	--	613.20	20.0	25.0
	191.07	866.58	71.00	2.43/1.02*	36424.08	24282.72	--	--	6646.65	20.0	25.0

donde:

- S: Superficie útil interior del recinto, m².
- V: Volumen interior neto del recinto, m³.
- h: Eficiencia térmica de la recuperación de calor, %.
- ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
- *: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.
- Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{ocup,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{equip,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- T[°] calef. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.
- T[°] refriger. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

PROYECTO DE EJECUCIÓN

NUEVO CONSERVATORIO PROFESIONAL DE MÚSICA EN LA ANTIGUA UNIVERSIDAD LABORAL, ZAMORA. EXPEDIENTE Nº: A2020/000031

8. MATERIALES

Descripción de materiales y elementos constructivos

UNE EN ISO 6946

UNE EN ISO 10077

UNE EN ISO 13370

UNE EN ISO 10456

ÍNDICE

1. SISTEMA ENVOLVENTE.....	4
1.1. Suelos en contacto con el terreno.....	4
1.1.1. Soleras.....	4
1.2. Muros en contacto con el terreno.....	4
1.3. Fachadas.....	5
1.3.1. Parte ciega de las fachadas.....	5
1.3.2. Huecos en fachada.....	8
1.4. Cubiertas.....	10
1.4.1. Parte maciza de las azoteas.....	10
1.4.2. Huecos en cubierta.....	11
1.5. Suelos en contacto con el exterior.....	11
2. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN.....	13
2.1. Compartimentación interior vertical.....	13
2.1.1. Parte ciega de la compartimentación interior vertical.....	13
2.1.2. Huecos verticales interiores.....	14
2.2. Compartimentación interior horizontal.....	16
3. MATERIALES.....	18

1. SISTEMA ENVOLVENTE

Descripción de materiales y elementos constructivos

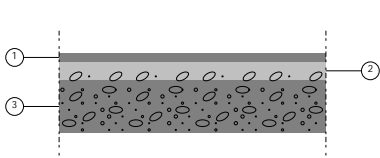
1. SISTEMA ENVOLVENTE

1.1. Suelos en contacto con el terreno

1.1.1. Soleras

SOLERA GARAJE Superficie total 2282.14 m²

SOLERA GARAJE



Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	2.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.00 cm
3 - Hormigón armado 2300 < d < 2500	12.00 cm

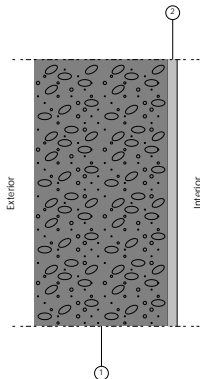
Características

Transmitancia térmica, U: 0.13 W/(m²·K)
 Espesor total 18.00 cm
 Longitud característica, B': 23.791 m
 Resistencia térmica del forjado, Rf: 0.12 (m²·K)/W
 Superficie del forjado, A: 2304.10 m²
 Perímetro del forjado, P: 193.698 m
 Conductividad térmica, λ: 2.000 W/(m·K)

1.2. Muros en contacto con el terreno

Muro Sotano Garaje Superficie total 817.93 m²

Muro Sotano Garaje



Listado de capas:

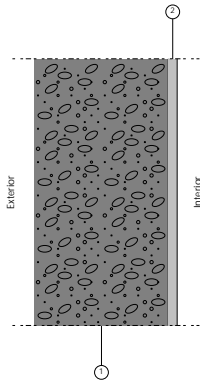
1 - Hormigón armado 2300 < d < 2500	30.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2.00 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.37 W/(m²·K)
 Espesor total 32.00 cm

Muro Sotano Garaje Superficie total 989.91 m²

Muro Sotano Garaje

Descripción de materiales y elementos constructivos



Listado de capas:

- | | |
|--|----------|
| 1 - Hormigón armado 2300 < d < 2500 | 30.00 cm |
| 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 | 2.00 cm |

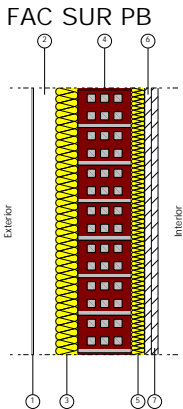
Características Transmitancia térmica, U: 0.56 W/(m²·K)
Espesor total 32.00 cm

1.3. Fachadas

1.3.1. Parte ciega de las fachadas

FAC SUR PB

Superficie total 173.62 m²



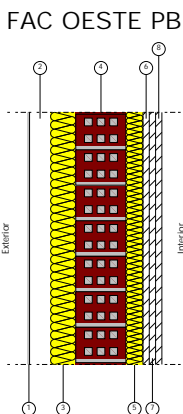
Listado de capas:

- | | |
|--|----------|
| 1 - Zinc | 0.30 cm |
| 2 - Cámara de aire | 5.00 cm |
| 3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] | 5.00 cm |
| 4 - 1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm | 12.00 cm |
| 5 - ultracustic plus | 3.00 cm |
| 6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 1.50 cm |
| 7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 1.50 cm |

Características Transmitancia térmica, U: 0.35 W/(m²·K)
Espesor total 28.30 cm

FAC OESTE PB

Superficie total 101.55 m²



Listado de capas:

- | | |
|--|----------|
| 1 - Zinc | 0.30 cm |
| 2 - Cámara de aire | 5.00 cm |
| 3 - ventirock duo | 6.00 cm |
| 4 - 1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm | 12.00 cm |
| 5 - ultracustic plus | 4.00 cm |
| 6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 1.50 cm |
| 7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 1.50 cm |
| 8 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 1.50 cm |

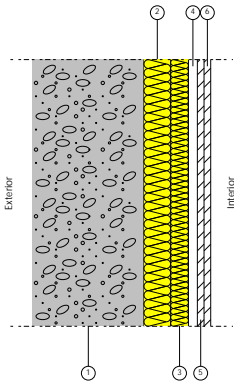
Características Transmitancia térmica, U: 0.28 W/(m²·K)
Espesor total 31.80 cm

FAC Norte PB

Superficie total 206.15 m²

Descripción de materiales y elementos constructivos

FAC Norte PB



Listado de capas:

1 - Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800	25.00 cm
2 - ultracustic plus	6.00 cm
3 - ultracustic plus	4.00 cm
4 - Cámara de aire	2.00 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm

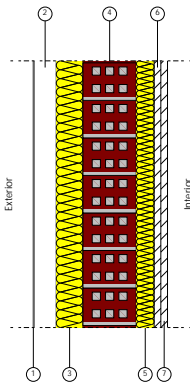
Características

Transmitancia térmica, U: 0.29 W/(m²·K)
Espesor total 40.00 cm

FAC ESTE

Superficie total 238.06 m²

FAC ESTE



Listado de capas:

1 - Zinc	0.30 cm
2 - Cámara de aire	5.00 cm
3 - ventirock duo	6.00 cm
4 - 1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.00 cm
5 - ultracustic plus	4.00 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm

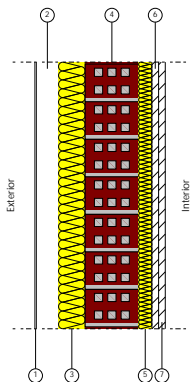
Características

Transmitancia térmica, U: 0.29 W/(m²·K)
Espesor total 30.30 cm

FAC OESTE

Superficie total 211.08 m²

FAC OESTE



Listado de capas:

1 - Zinc	0.30 cm
2 - Cámara de aire	5.00 cm
3 - ventirock duo	6.00 cm
4 - 1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.00 cm
5 - ultracustic plus	3.00 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm

Características

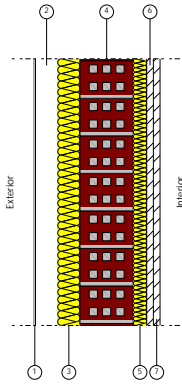
Transmitancia térmica, U: 0.31 W/(m²·K)
Espesor total 29.30 cm

FAC ESTE PB

Superficie total 148.13 m²

FAC ESTE PB

Descripción de materiales y elementos constructivos



Listado de capas:

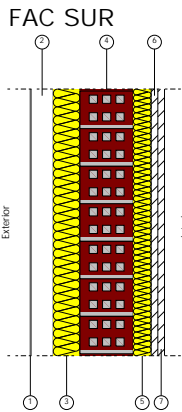
1 - Zinc	0.30 cm
2 - Cámara de aire	5.00 cm
3 - ventirock duo	5.00 cm
4 - 1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.00 cm
5 - ultracustic plus	3.00 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.35 W/(m²·K)

Espesor total 28.30 cm

FAC SUR

Superficie total 381.96 m²



Listado de capas:

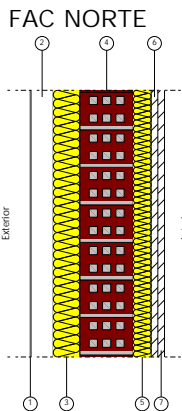
1 - Zinc	0.30 cm
2 - Cámara de aire	5.00 cm
3 - ventirock duo	6.00 cm
4 - 1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.00 cm
5 - ultracustic plus	4.00 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.29 W/(m²·K)

Espesor total 30.30 cm

FAC NORTE

Superficie total 421.49 m²



Listado de capas:

1 - Zinc	0.30 cm
2 - Cámara de aire	5.00 cm
3 - ventirock duo	6.00 cm
4 - 1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.00 cm
5 - ultracustic plus	4.00 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.29 W/(m²·K)

Espesor total 30.30 cm

Descripción de materiales y elementos constructivos

1.3.2. Huecos en fachada

P ACCESOS

P ACCESOS

Características Transmitancia térmica, U: 1.40 W/(m²·K)
Absortividad, α_s : 0.600 (color intermedio)

V Norte PB

V Norte PB

Características Transmitancia térmica, U: 1.31 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.350
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

V SUR PB

V SUR PB

Características Transmitancia térmica, U: 1.31 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.350
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

V Este PB

V Este PB

Características Transmitancia térmica, U: 1.31 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.350
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

V Oeste PB

V Oeste PB

Características Transmitancia térmica, U: 1.28 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.300
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

PLANO DE AGUA

PLANO DE AGUA

Características Transmitancia térmica, U: 1.31 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.350
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

V Norte

Descripción de materiales y elementos constructivos

V Norte

Características Transmitancia térmica, U: 1.31 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.350
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

V Este

V Este

Características Transmitancia térmica, U: 1.28 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.300
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

V Oeste

V Oeste

Características Transmitancia térmica, U: 1.31 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.350
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

V SUR

V SUR

Características Transmitancia térmica, U: 1.13 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.300
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

Descripción de materiales y elementos constructivos

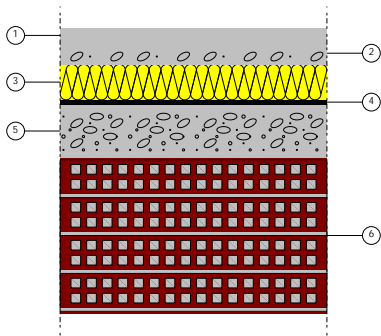
1.4. Cubiertas

1.4.1. Parte maciza de las azoteas

CUB PB-GAR

Superficie total 468.88 m²

CUB PB-GAR



Listado de capas:

1 - Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	3.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	5.00 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	8.00 cm
4 - Asfalto	1.00 cm
5 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	12.00 cm
6 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	35.00 cm

Características

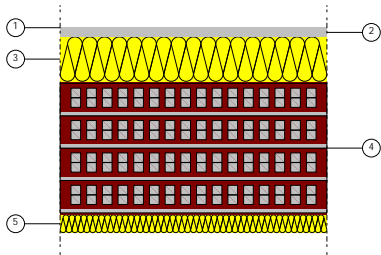
Transmitancia térmica, U: 0.32 W/(m²·K)

Espesor total 64.00 cm

CUB ZINC

Superficie total 1628.15 m²

CUB ZINC



Listado de capas:

1 - Zinc	0.10 cm
2 - Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2.00 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	10.00 cm
4 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.00 cm
5 - MW Lana mineral [0.034 W/[mK]]	4.00 cm

Características

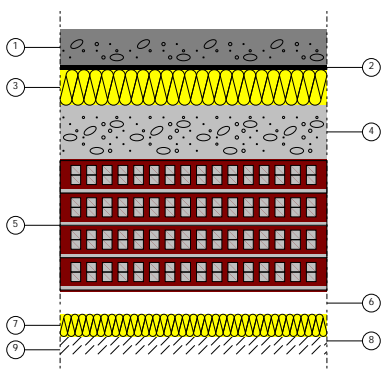
Transmitancia térmica, U: 0.21 W/(m²·K)

Espesor total 46.10 cm

CUB PL-AULA

Superficie total 139.48 m²

CUB PL-AULA



Listado de capas:

1 - Arena y grava [1700 < d < 2200]	8.00 cm
2 - Asfalto	1.00 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	8.00 cm
4 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	12.00 cm
5 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30.00 cm
6 - Cámara de aire	5.00 cm
7 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	5.00 cm
8 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
9 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

Descripción de materiales y elementos constructivos

Características Transmitancia térmica, U: 0.21 W/(m²·K)
Espesor total 73.00 cm

1.4.2. Huecos en cubierta

VENTANAS CUB

VENTANAS CUB

Características Transmitancia térmica, U: 1.51 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.700
Fracción opaca, Ff: 0.350
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.15

LUCER AULAS

LUCER AULAS

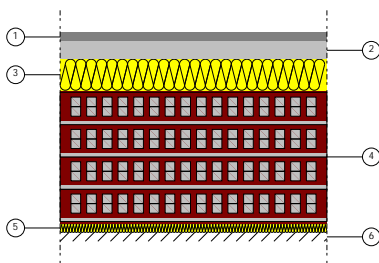
Características Transmitancia térmica, U: 1.51 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.700
Fracción opaca, Ff: 0.350
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.15

1.5. Suelos en contacto con el exterior

FOR EXT-AUL

Superficie total 136.82 m²

FOR EXT-AUL



Listado de capas:

1 - Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.00 cm
3 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	7.00 cm
4 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30.00 cm
5 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	2.00 cm
6 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2.00 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.37 W/(m²·K)
Espesor total 47.00 cm

2. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

Descripción de materiales y elementos constructivos

2. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

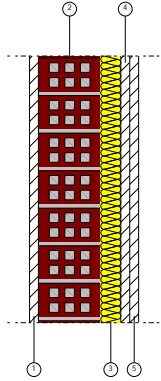
2.1. Compartimentación interior vertical

2.1.1. Parte ciega de la compartimentación interior vertical

TABIQUE SOTANOS

Superficie total 715.60 m²

TABIQUE SOTANOS



Listado de capas:

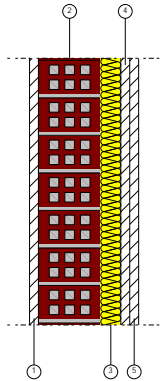
1 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2.00 cm
2 - 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	14.00 cm
3 - URSA TERRA T18R / T18P 45mm	4.50 cm
4 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.50 W/(m²·K)
Espesor total 24.50 cm

PARTICION SOTANO

Superficie total 625.45 m²

PARTICION SOTANO



Listado de capas:

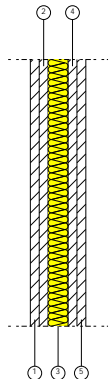
1 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2.00 cm
2 - 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	14.00 cm
3 - URSA TERRA T18R / T18P 45mm	4.50 cm
4 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.50 W/(m²·K)
Espesor total 24.50 cm

tab conser

Superficie total 4550.78 m²

tab conser



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
2 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
3 - URSA TERRA T18R / T18P 45mm	4.50 cm
4 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

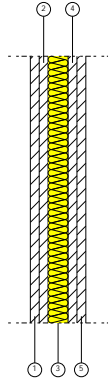
Descripción de materiales y elementos constructivos

Características Transmitancia térmica, U: 0.54 W/(m²·K)
 Espesor total 12.50 cm

tab conservatorio

Superficie total 41.95 m²

tab conservatorio



Listado de capas:

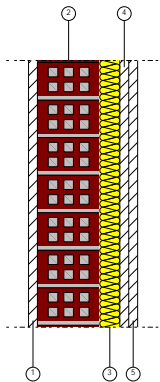
1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
2 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
3 - URSA TERRA T18R / T18P 45mm	4.50 cm
4 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.54 W/(m²·K)
 Espesor total 12.50 cm

TAB AUDIT 1

Superficie total 37.69 m²

TAB AUDIT 1



Listado de capas:

1 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2.00 cm
2 - 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	14.00 cm
3 - URSA TERRA T18R / T18P 45mm	4.50 cm
4 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.50 W/(m²·K)
 Espesor total 24.50 cm

2.1.2. Huecos verticales interiores

P ACCESOS

P ACCESOS

Características Transmitancia térmica, U: 1.40 W/(m²·K)
 Absortividad, α_s : 0.600 (color intermedio)

Ppal

Ppal

Características Transmitancia térmica, U: 1.40 W/(m²·K)
 Absortividad, α_s : 0.600 (color intermedio)

V SUR PB

V SUR PB

Descripción de materiales y elementos constructivos

Características Transmitancia térmica, U: 1.31 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.350
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

V Este

V Este

Características Transmitancia térmica, U: 1.28 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.300
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

V Oeste

V Oeste

Características Transmitancia térmica, U: 1.31 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.350
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

PLANO DE AGUA

PLANO DE AGUA

Características Transmitancia térmica, U: 1.31 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.350
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

V Este PB

V Este PB

Características Transmitancia térmica, U: 1.31 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.350
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

V Oeste PB

V Oeste PB

Características Transmitancia térmica, U: 1.28 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.280
Fracción opaca, Ff: 0.300
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

V SUR

V SUR

Descripción de materiales y elementos constructivos

Características Transmitancia térmica, U: 1.13 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.280

Fracción opaca, Ff: 0.300

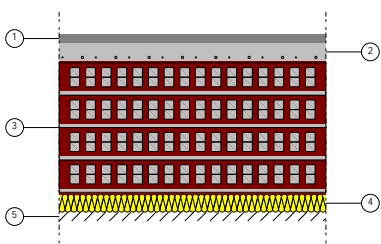
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl:sh,wi}$: 0.33

2.2. Compartimentación interior horizontal

FORJADO GAR-GAR

Superficie total 2344.35 m²

FORJADO GAR-GAR



Listado de capas:

1 - Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.00 cm
3 - FU Entrecigado de hormigón -Canto 300 mm	30.00 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.00 cm
5 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2.00 cm

Características

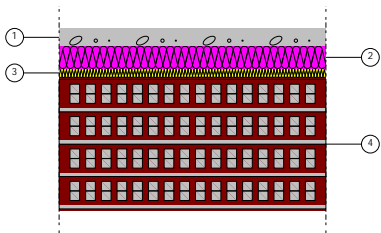
Transmitancia térmica, U: 0.57 W/(m²·K)

Espesor total 42.00 cm

FOR Aul-GAR

Superficie total 1605.57 m²

FOR Aul-GAR



Listado de capas:

1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.00 cm
2 - URSA XPS F N-III L 40mm	5.00 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	2.00 cm
4 - FU Entrecigado de hormigón -Canto 300 mm	30.00 cm

Características

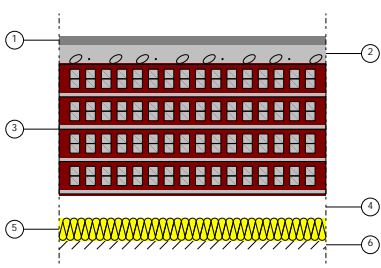
Transmitancia térmica, U: 0.43 W/(m²·K)

Espesor total 41.00 cm

FOR AUL-AUL

Superficie total 3151.42 m²

FOR AUL-AUL



Listado de capas:

1 - Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.00 cm
3 - FU Entrecigado de hormigón -Canto 300 mm	30.00 cm
4 - Cámara de aire	5.00 cm
5 - URSA TERRA Base 50mm	5.00 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.49 W/(m²·K)

Espesor total 48.00 cm

3. MATERIALES

Descripción de materiales y elementos constructivos

3. MATERIALES

Capas					
Material	e	ρ	λ	RT	Cp
Zinc	0.30	7200.00	110.000	0.00	380.00
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	5.00	37.50	0.034	1.47	1000.00
1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.00	1140.00	0.680	0.18	1000.00
ultracustic plus	3.00	40.00	0.035	0.86	1000.00
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50	825.00	0.250	0.06	1000.00
ventirock duo	6.00	28.50	0.034	1.76	1030.00
ultracustic plus	4.00	40.00	0.035	1.14	1000.00
Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800	25.00	1700.00	1.150	0.22	1000.00
ultracustic plus	6.00	40.00	0.034	1.76	1000.00
ventirock duo	5.00	28.50	0.034	1.47	1030.00
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2.00	1150.00	0.570	0.04	1000.00
1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	14.00	1020.00	0.583	0.24	1000.00
URSA TERRA T18R / T18P 45mm	4.50	17.50	0.035	1.29	1030.00
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00	825.00	0.250	0.08	1000.00
Hormigón armado 2300 < d < 2500	30.00	2400.00	2.300	0.13	1000.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2.00	1125.00	0.550	0.04	1000.00
Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	3.00	1500.00	1.500	0.02	2085.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	5.00	1125.00	0.550	0.09	1000.00
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	8.00	37.50	0.034	2.35	1000.00
Asfalto	1.00	2100.00	0.700	0.01	1000.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	12.00	1125.00	0.550	0.22	1000.00
FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	35.00	1240.00	1.430	0.24	1000.00
Zinc	0.10	7200.00	110.000	0.00	380.00
Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2.00	650.00	0.130	0.15	1700.00
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	10.00	37.50	0.034	2.94	1000.00
FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.00	1110.00	0.937	0.32	1000.00
MW Lana mineral [0.034 W/[mK]]	4.00	40.00	0.034	1.18	1000.00
Arena y grava [1700 < d < 2200]	8.00	1950.00	2.000	0.04	1045.00
FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30.00	1240.00	1.430	0.21	1000.00
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	5.00	40.00	0.034	1.47	1000.00
Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2.00	2700.00	2.600	0.01	1000.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.00	1350.00	0.700	0.06	1000.00
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.00	40.00	0.031	1.29	1000.00
URSA XPS F N-III L 40mm	5.00	33.00	0.034	1.47	1450.00
EPS Poliéstireno Expandido [0.046 W/[mK]]	2.00	30.00	0.046	0.43	1000.00
URSA TERRA Base 50mm	5.00	17.00	0.038	1.32	1030.00
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	7.00	40.00	0.040	1.75	1000.00
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	2.00	40.00	0.040	0.50	1000.00
Gres calcáreo 2000 < d < 2700	2.00	2350.00	1.900	0.01	1000.00
Hormigón armado 2300 < d < 2500	12.00	2400.00	2.300	0.05	1000.00
Abreviaturas utilizadas					
e	Espesor cm	RT	Resistencia térmica (m ² ·K)/W		
ρ	Densidad kg/m ³	Cp	Calor específico J/(kg·K)		
λ	Conductividad térmica W/(m·K)				

PROYECTO DE EJECUCIÓN

NUEVO CONSERVATORIO PROFESIONAL DE MÚSICA EN LA ANTIGUA UNIVERSIDAD LABORAL, ZAMORA. EXPEDIENTE Nº: A2020/000031

9. PUENTES TERMICOS

Descripción de los puentes térmicos lineales

EN ISO 14683

EN ISO 10211

zona 1

Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFmi [F]FOR Aul-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[B]FAC ESTE PB(180) Frente de forjado	3.537	0.25
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC ESTE(90)-[B]FAC ESTE PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	3.725	0.07
TFms [F]FORJADO GAR-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[A]Muro Sotano Garaje(180) Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	3.604	0.50
TFmi [F]FORJADO GAR-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[A]Muro Sotano Garaje(180) Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	4.193	0.50

Encuentro de fachada con solera	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LFi [E]SOLERA GARAJE-[A]Muro Sotano Garaje(90) Suelo en contacto con el terreno	3.723	0.50

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V Norte PB-[B]FAC Norte PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	6.500	0.08
Ws [K]V Norte PB-[B]FAC Norte PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	6.500	0.14
WI [K]V Norte PB-[B]FAC Norte PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	3.500	-0.01
Wi [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	0.850	0.08
Ws [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	0.850	0.15
WI [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	2.000	-0.03
Wi [K]V Este PB-[B]FAC ESTE PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	0.850	0.08
Ws [K]V Este PB-[B]FAC ESTE PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	0.850	0.15

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
WI [K]V Este PB-[B]FAC ESTE PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	2.000	-0.03

Otro (no interviene en el edificio de referencia)	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Ws [J]P ACCESOS-[B]FAC ESTE PB Unión no especificada por la norma.	0.900	0.00
WI [J]P ACCESOS-[B]FAC ESTE PB Unión no especificada por la norma.	2.400	0.00

zona 2

Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFmi [F]FOR Aul-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[B]FAC OESTE PB(180) Frente de forjado	6.723	0.25
TFmi [F]FOR Aul-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[B]FAC Norte PB(180) Frente de forjado	8.987	0.25
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC OESTE(90)-[B]FAC OESTE PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	6.723	0.07
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC NORTE(90)-[B]FAC Norte PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	8.987	0.07
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC SUR(90)-[B]FAC SUR PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	5.083	0.07

Esquina entrante de fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TWI [B]FAC Norte PB-[B]FAC Norte PB(90)-[C]tab conser(180) Esquinas entrantes (al interior). Esquina entrante.	4.050	-0.08

Esquina saliente de fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LWo [B]FAC Norte PB-[B]FAC Norte PB(90) Esquinas salientes (al exterior). Esquina saliente.	4.050	0.06
TWr [C]tab conser-[B]FAC Norte PB(90)-[B]FAC Norte PB(90) Esquinas salientes (al exterior). Esquina saliente.	4.050	0.06

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V Oeste PB-[B]FAC OESTE PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	2.550	0.08
Ws [K]V Oeste PB-[B]FAC OESTE PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	2.550	0.14
WI [K]V Oeste PB-[B]FAC OESTE PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	6.000	-0.01
Wi [K]V Norte PB-[B]FAC Norte PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	6.500	0.08

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Ws [K]V Norte PB-[B]FAC Norte PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	6.500	0.14
WI [K]V Norte PB-[B]FAC Norte PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	3.500	-0.01
Wi [K]PLANO DE AGUA-[B]FAC OESTE PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	3.538	0.08
Ws [K]PLANO DE AGUA-[B]FAC OESTE PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	3.538	0.14
WI [K]PLANO DE AGUA-[B]FAC OESTE PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	12.000	-0.01
Wi [K]V Norte-[B]FAC Norte PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	0.850	0.08
Ws [K]V Norte-[B]FAC Norte PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	0.850	0.14
WI [K]V Norte-[B]FAC Norte PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	2.000	-0.01
Wi [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	2.550	0.08
Ws [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	2.550	0.15
WI [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	6.000	-0.03

Otro (no interviene en el edificio de referencia)	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TW [B]FAC OESTE PB-[I](90)-[C]tab conser(90) Unión no considerada, por indicación del usuario.	4.050	0.00
TW [C]tab conser-[B]FAC OESTE PB(180)-[I](90) Unión no considerada, por indicación del usuario.	4.050	0.00

zona 3

Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFmi [F]FOR Aul-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[B]FAC Norte PB(180) Frente de forjado	4.909	0.25
TFmi [F]FOR Aul-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[B]FAC ESTE PB(180) Frente de forjado	14.315	0.25
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC NORTE(90)-[B]FAC Norte PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	4.908	0.07
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC ESTE(90)-[B]FAC ESTE PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	14.320	0.07
TFmi [F]FOR Aul-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[B]FAC SUR PB(180) Frente de forjado	0.543	0.25
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC SUR(90)-[B]FAC SUR PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	8.802	0.07

Esquina entrante de fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LWi [B]FAC Norte PB-[B]FAC Norte PB(90) Esquinas entrantes (al interior). Esquina entrante.	4.050	-0.08

Esquina saliente de fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LWo [B]FAC Norte PB-[B]FAC Norte PB(90) Esquinas salientes (al exterior). Esquina saliente.	4.050	0.06
LWo [B]FAC ESTE PB-[B]FAC Norte PB(90) Esquinas salientes (al exterior). Esquina saliente.	4.050	0.07

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V Norte PB-[B]FAC Norte PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	13.000	0.08
Ws [K]V Norte PB-[B]FAC Norte PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	13.000	0.14
WI [K]V Norte PB-[B]FAC Norte PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	7.000	-0.01

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V Este PB-[B]FAC ESTE PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	6.377	0.08
Ws [K]V Este PB-[B]FAC ESTE PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	6.377	0.15
Wi [K]V Este PB-[B]FAC ESTE PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	16.000	-0.03
Wi [K]PLANO DE AGUA-[B]FAC OESTE PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	7.140	0.08
Ws [K]PLANO DE AGUA-[B]FAC OESTE PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	7.140	0.14
Wi [K]PLANO DE AGUA-[B]FAC OESTE PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	21.000	-0.01
Wi [K]PLANO DE AGUA-[B]FAC ESTE PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	7.140	0.08
Ws [K]PLANO DE AGUA-[B]FAC ESTE PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	7.140	0.15
Wi [K]PLANO DE AGUA-[B]FAC ESTE PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	21.000	-0.03
Wi [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	1.700	0.08
Ws [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	1.700	0.15
Wi [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	4.000	-0.03
Wi [K]V Norte-[B]FAC Norte PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	0.850	0.08
Ws [K]V Norte-[B]FAC Norte PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	0.850	0.14
Wi [K]V Norte-[B]FAC Norte PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	2.000	-0.01

Otro (no interviene en el edificio de referencia)	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TW [B]FAC OESTE PB-[I](90)-[C]tab conser(90) Unión no considerada, por indicación del usuario.	4.050	0.00
TW [C]tab conser-[B]FAC SUR PB(90)-[I](90) Unión no considerada, por indicación del usuario.	4.050	0.00
TW [C]tab conser-[B]FAC Norte PB(90)-[I](90) Unión no considerada, por indicación del usuario.	4.050	0.00
TW [B]FAC ESTE PB-[I](90)-[C]tab conser(90) Unión no considerada, por indicación del usuario.	4.050	0.00
TW [B]FAC SUR PB-[I](90)-[C]tab conser(180) Unión no considerada, por indicación del usuario.	4.050	0.00

zona 4

Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC NORTE(90)-[B]FAC NORTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	7.014	0.07
TFmi [F]FOR Aul-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[B]FAC SUR PB(180) Frente de forjado	3.716	0.25
TFmi [F]FOR Aul-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[B]FAC ESTE PB(180) Frente de forjado	4.446	0.25
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC SUR(90)-[B]FAC SUR PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	3.716	0.07
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC ESTE(90)-[B]FAC ESTE PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	4.445	0.07
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC ESTE(90)-[B]FAC ESTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	2.588	0.07
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC OESTE(90)-[B]FAC OESTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	2.811	0.07

Esquina saliente de fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LWo [B]FAC SUR PB-[B]FAC ESTE PB(90) Esquinas salientes (al exterior). Esquina saliente.	4.050	0.07

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V Norte-[B]FAC NORTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	7.650	0.08
Ws [K]V Norte-[B]FAC NORTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	7.650	0.15
Wi [K]V Norte-[B]FAC NORTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	18.000	-0.03
Wi [K]V Este-[B]FAC ESTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	0.850	0.08
Ws [K]V Este-[B]FAC ESTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	0.850	0.15

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
WI [K]V Este-[B]FAC ESTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	2.000	-0.02
Wi [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	1.700	0.08
Ws [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	1.700	0.15
WI [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	4.000	-0.03
Wi [K]V SUR-[B]FAC SUR Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	2.550	0.08
Ws [K]V SUR-[B]FAC SUR Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	2.550	0.15
WI [K]V SUR-[B]FAC SUR Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	6.000	-0.03

Otro (no interviene en el edificio de referencia)	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TW [C]tab conser-[B]FAC OESTE(180)-[I](90) Unión no considerada, por indicación del usuario.	5.325	0.00

zona 5

Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC SUR(90)-[B]FAC SUR(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	5.945	0.07
TFmi [F]FOR Aul-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[B]FAC ESTE PB(180) Frente de forjado	2.970	0.25
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC ESTE(90)-[B]FAC ESTE PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	2.974	0.07
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC NORTE(90)-[B]FAC NORTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	10.615	0.07

Encuentro de fachada con voladizo	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Lfi [M]FOR EXT-AUL-[B]FAC SUR(90) Forjados inferiores en contacto con el aire con aislamiento sobre el forjado o con continuidad entre el aislamiento de fachada y del forjado. Forjado inferior en contacto con el aire exterior.	5.884	0.27

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V SUR-[B]FAC SUR Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	11.050	0.08
Ws [K]V SUR-[B]FAC SUR Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	11.050	0.15
Wi [K]V SUR-[B]FAC SUR Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	26.000	-0.03
Wi [K]PLANO DE AGUA-[B]FAC OESTE PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	3.441	0.08
Ws [K]PLANO DE AGUA-[B]FAC OESTE PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	3.441	0.14
Wi [K]PLANO DE AGUA-[B]FAC OESTE PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	12.000	-0.01
Wi [K]V Norte-[B]FAC Norte PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	0.850	0.08
Ws [K]V Norte-[B]FAC Norte PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	0.850	0.14

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
WI [K]V Norte-[B]FAC Norte PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	2.000	-0.01
Wi [K]V Este PB-[B]FAC ESTE PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	1.158	0.08
Ws [K]V Este PB-[B]FAC ESTE PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	1.158	0.15
WI [K]V Este PB-[B]FAC ESTE PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	6.000	-0.03
Wi [K]V Norte-[B]FAC NORTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	7.650	0.08
Ws [K]V Norte-[B]FAC NORTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	7.650	0.15
WI [K]V Norte-[B]FAC NORTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	18.000	-0.03

Otro (no interviene en el edificio de referencia)	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TW [C]tab conser-[B]FAC SUR PB(90)-[I](90) Unión no considerada, por indicación del usuario.	4.050	0.00
TW [B]FAC Norte PB-[I](90)-[C]tab conser(180) Unión no considerada, por indicación del usuario.	4.050	0.00

zona 6

Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC SUR(90)-[B]FAC SUR(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	2.013	0.07
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC ESTE(90)-[B]FAC ESTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	12.285	0.07
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC OESTE(90)-[B]FAC OESTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	5.842	0.07
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC NORTE(90)-[B]FAC NORTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	12.145	0.07

Encuentro de fachada con voladizo	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LFi [M]FOR EXT-AUL-[B]FAC OESTE(90) Forjados inferiores en contacto con el aire con aislamiento sobre el forjado o con continuidad entre el aislamiento de fachada y del forjado. Forjado inferior en contacto con el aire exterior.	9.846	0.27
LFi [M]FOR EXT-AUL-[B]FAC SUR(90) Forjados inferiores en contacto con el aire con aislamiento sobre el forjado o con continuidad entre el aislamiento de fachada y del forjado. Forjado inferior en contacto con el aire exterior.	15.974	0.27
LFi [M]FOR EXT-AUL-[B]FAC NORTE(90) Forjados inferiores en contacto con el aire con aislamiento sobre el forjado o con continuidad entre el aislamiento de fachada y del forjado. Forjado inferior en contacto con el aire exterior.	3.305	0.27

Esquina saliente de fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LWo [B]FAC OESTE-[B]FAC SUR(90) Esquinas salientes (al exterior). Esquina saliente.	3.920	0.07
LWo [B]FAC SUR-[B]FAC ESTE(90) Esquinas salientes (al exterior). Esquina saliente.	3.959	0.07
LWo [B]FAC ESTE-[B]FAC NORTE(90) Esquinas salientes (al exterior). Esquina saliente.	3.927	0.07

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V SUR-[B]FAC SUR Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alfeizar.	20.400	0.08

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Ws [K]V SUR-[B]FAC SUR Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	20.400	0.15
WI [K]V SUR-[B]FAC SUR Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	48.000	-0.03
Wi [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	8.500	0.08
Ws [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	8.500	0.15
WI [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	20.000	-0.03
Wi [K]V Este-[B]FAC ESTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	7.650	0.08
Ws [K]V Este-[B]FAC ESTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	7.650	0.15
WI [K]V Este-[B]FAC ESTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	18.000	-0.02
Wi [K]V Norte-[B]FAC NORTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	18.700	0.08
Ws [K]V Norte-[B]FAC NORTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	18.700	0.15
WI [K]V Norte-[B]FAC NORTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	44.000	-0.03

Otro (no interviene en el edificio de referencia)	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TW [B]FAC NORTE-[I](90)-[C]tab conser(180) Unión no considerada, por indicación del usuario.	5.354	0.00

zona 7

Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC ESTE(90)-[B]FAC ESTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	6.472	0.07
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC NORTE(90)-[B]FAC NORTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	3.488	0.07

Encuentro de fachada con voladizo	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LFi [M]FOR EXT-AUL-[B]FAC OESTE(90) Forjados inferiores en contacto con el aire con aislamiento sobre el forjado o con continuidad entre el aislamiento de fachada y del forjado. Forjado inferior en contacto con el aire exterior.	3.619	0.27

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V Este-[B]FAC ESTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	3.400	0.08
Ws [K]V Este-[B]FAC ESTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	3.400	0.15
WI [K]V Este-[B]FAC ESTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	8.000	-0.02
Wi [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	1.700	0.08
Ws [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	1.700	0.15
WI [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	4.000	-0.03
Wi [K]V Norte-[B]FAC NORTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	2.550	0.08
Ws [K]V Norte-[B]FAC NORTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	2.550	0.15
WI [K]V Norte-[B]FAC NORTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	6.000	-0.03

zona 8

Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC OESTE(90)-[B]FAC OESTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	7.601	0.07
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC NORTE(90)-[B]FAC NORTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	9.198	0.07
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC ESTE(90)-[B]FAC ESTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	4.417	0.07
TFmi [F]FOR Aul-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[B]FAC ESTE PB(180) Frente de forjado	2.682	0.25
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC ESTE(90)-[B]FAC ESTE PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	2.681	0.07

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Alfizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	4.250	0.08
Ws [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	4.250	0.15
WI [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	10.000	-0.03
Wi [K]V Norte-[B]FAC NORTE Alfizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	9.350	0.08
Ws [K]V Norte-[B]FAC NORTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	9.350	0.15
WI [K]V Norte-[B]FAC NORTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	22.000	-0.03
Wi [K]V SUR-[B]FAC SUR Alfizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	2.550	0.08
Ws [K]V SUR-[B]FAC SUR Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	2.550	0.15
WI [K]V SUR-[B]FAC SUR Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	6.000	-0.03

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V Este-[B]FAC ESTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	2.550	0.08
Ws [K]V Este-[B]FAC ESTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	2.550	0.15
WI [K]V Este-[B]FAC ESTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	6.000	-0.02

Otro (no interviene en el edificio de referencia)	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TW [B]FAC SUR-[I](90)-[C]tab conser(180) Unión no considerada, por indicación del usuario.	5.329	0.00

zona 9

Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC SUR(90)-[B]FAC SUR(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	6.529	0.07
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC ESTE(90)-[B]FAC ESTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	6.323	0.07
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC SUR(90)-[B]FAC SUR PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	9.330	0.07

Esquina entrante de fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TWr [B]FAC SUR PB-[B]FAC SUR PB(90)-[C]tab conser(90) Esquinas entrantes (al interior). Esquina entrante.	4.050	-0.09

Esquina saliente de fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LWo [B]FAC SUR PB-[B]FAC SUR PB(90) Esquinas salientes (al exterior). Esquina saliente.	4.050	0.07

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V SUR-[B]FAC SUR Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	4.250	0.08
Ws [K]V SUR-[B]FAC SUR Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	4.250	0.15
WI [K]V SUR-[B]FAC SUR Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	10.000	-0.03
Wi [K]V Este-[B]FAC ESTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	2.550	0.08
Ws [K]V Este-[B]FAC ESTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	2.550	0.15
WI [K]V Este-[B]FAC ESTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	6.000	-0.02

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	3.400	0.08
Ws [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	3.400	0.15
WI [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	8.000	-0.03

zona10

Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC ESTE(90)-[B]FAC ESTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	2.640	0.07
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC OESTE(90)-[B]FAC OESTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	3.685	0.07
TFmi [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC NORTE(90)-[B]FAC NORTE(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	6.975	0.07
TFmi [F]FOR Aul-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[B]FAC OESTE PB(180) Frente de forjado	2.300	0.25
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC OESTE(90)-[B]FAC OESTE PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	2.300	0.07
TFmi [F]FOR Aul-GAR-[A]Muro Sotano Garaje(90)-[B]FAC ESTE PB(180) Frente de forjado	1.705	0.25
TFms [F]FOR AUL-AUL-[B]FAC ESTE(90)-[B]FAC ESTE PB(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	1.705	0.07

Encuentro de fachada con voladizo	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LFi [M]FOR EXT-AUL-[B]FAC SUR(90) Forjados inferiores en contacto con el aire con aislamiento sobre el forjado o con continuidad entre el aislamiento de fachada y del forjado. Forjado inferior en contacto con el aire exterior.	2.915	0.27

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V SUR-[B]FAC SUR Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	6.762	0.08
Ws [K]V SUR-[B]FAC SUR Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	6.762	0.15
WI [K]V SUR-[B]FAC SUR Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	16.000	-0.03
Wi [K]V Este-[B]FAC ESTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	0.850	0.08
Ws [K]V Este-[B]FAC ESTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	0.850	0.15

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
WI [K]V Este-[B]FAC ESTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	2.000	-0.02
Wi [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	1.700	0.08
Ws [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	1.700	0.15
WI [K]V Oeste-[B]FAC OESTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	4.000	-0.03
Wi [K]V Norte-[B]FAC NORTE Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	5.100	0.08
Ws [K]V Norte-[B]FAC NORTE Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	5.100	0.15
WI [K]V Norte-[B]FAC NORTE Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	12.000	-0.03
Wi [K]V Norte PB-[B]FAC Norte PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	6.500	0.08
Ws [K]V Norte PB-[B]FAC Norte PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	6.500	0.14
WI [K]V Norte PB-[B]FAC Norte PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	3.500	-0.01
Wi [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	0.850	0.08
Ws [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	0.850	0.15
WI [K]V SUR PB-[B]FAC SUR PB Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	2.000	-0.03

Otro (no interviene en el edificio de referencia)	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TW [C]tab conser-[B]FAC ESTE(180)-[I](90) Unión no considerada, por indicación del usuario.	5.369	0.00
TW [C]tab conser-[B]FAC ESTE PB(180)-[I](90) Unión no considerada, por indicación del usuario.	4.050	0.00