

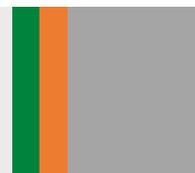
**DISEÑO Y DESARROLLO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN
PROYECTOS DE COOPERACIÓN AL DESARROLLO EN NICARAGUA**

INFORME TÉCNICO



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.
2. TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS EXISTENTES.
 - 2.1 Por el material de construcción en cerramientos.
 - 2.2 Por el material de construcción en cubiertas.
3. NORMATIVA APLICABLE.
 - 3.1 Nicaragua.
 - 3.2 España.
4. RECOMENDACIONES.
 - 4.1 Estructuras y cimentaciones.
 - 4.2 Cerramientos.
 - 4.3 Cubiertas.
 - 4.4 Instalaciones y Urbanismo.
5. PROPUESTA PLANTEADA.
 - 5.1 Justificación de la solución adoptada.
 - 5.2 Viabilidad económica y social.
 - 5.3 Sostenibilidad ambiental.
6. CONCLUSIONES FINALES.
7. BIBLIOGRAFÍA.
8. PÁGINAS WEB DE REFERENCIA.
9. SOPORTES Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS.
10. AGRADECIMIENTOS.



1. INTRODUCCIÓN.

El artículo 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos expone que toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios; tiene asimismo derecho a los seguros en caso de desempleo, enfermedad, invalidez, viudez, vejez u otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes de su voluntad.

Desde esta declaración tan global, tan ambigua y tan escasamente cumplida a lo largo y ancho de la tierra, trataremos de establecer un principio de colaboración, primero entre nosotros mismos, alumnos y profesores, que establezca las bases de lo que realmente consideramos importante a partir de las experiencias y conocimientos asimilados, tratando de generar sinergias entre los procesos tecnológicos aplicados en el aula y las necesidades existentes en los países del Sur, especialmente en Nicaragua.

Por otra parte al aprobarse la Declaración del Milenio en el año 2000, Naciones Unidas remarca el compromiso de la comunidad internacional: “no escatimaremos esfuerzos para liberar a nuestros semejantes, hombres, mujeres y niños de las condiciones abyectas y deshumanizadoras de la pobreza extrema”. Los objetivos de desarrollo del Milenio envuelven las aspiraciones de desarrollo del mundo en su conjunto. Pero no son sólo objetivos de desarrollo, representan valores y derechos humanos universalmente aceptados como la lucha contra el hambre, el derecho a la educación básica, el derecho a la salud y responsabilidad frente a las generaciones futuras¹.

Desde esta perspectiva y tratando de insertar el desarrollo de futuras viviendas, el planteamiento no puede hacerse olvidando estos objetivos, los cuales han de sobrevolar nuestro trabajo, marcando las líneas de trabajo.

Queremos tratar de implementar nuestro aporte desde una óptica de desarrollo que se apoye en la habitabilidad, bajo un punto de vista más humano, no tan estandarizado y, que recoja las necesidades y las transforme. Para esto recurriremos al desarrollo tecnológico que se desprende de la enseñanza de la formación profesional, ligado a un aporte de índole más social, que combine criterios sostenibles con tradiciones y, que resuelva las necesidades humanas, como se nos exige, salvando las distancias, en España.

Quisiéramos ser capaces de desarrollar lo más eficientemente posible el proyecto, pero éste, es un pequeño aporte, que pensamos seguir desplegando en un futuro muy cercano. Ilusión y empuje nos sobran.

¹ Objetivos de desarrollo del milenio. Informe 2008. Naciones Unidas



Viviendas de Bahareque en el departamento de Matagalpa.

El desarrollo de proyectos de cooperación al desarrollo cada vez se está insertando más en el mundo universitario español, como una herramienta más de enseñanza y, asimismo, de colaboración eficaz para la realización de este tipo de proyectos en el ámbito de la investigación y la innovación, tratando de mejorar la gestión y, sobre todo el diseño de estos proyectos.

La formación profesional reglada en España, centra sus actividades en el desarrollo técnico de los alumnos que cursan este tipo de estudios, centrándose sobre todo, en las capacidades necesarias para el futuro abordaje profesional de los nuevos técnicos.

Las tecnologías para el desarrollo humano, necesarias para afrontar los proyectos de habitabilidad en cooperación al desarrollo, emanadas directamente de los conocimientos técnicos necesarios en el tratamiento de proyectos de ingeniería y arquitectura, pueden ser analizadas en el aula de formación profesional, como elemento complementario, de cara al afianzamiento de los conocimientos previamente marcados como mínimos, en este tipo de enseñanzas.

El planteamiento de proyectos técnicos, independientemente del lugar en que estos se inserten, puede ser analizado y desarrollado, con criterios de características iniciales similares, con la consecuente apertura de miras, enfocada a la inserción laboral en un ambiente más globalizado y, afianzando los conceptos aprendidos, desde una óptica social más solidaria con el entorno actual. A partir de estas premisas y, con la humildad del recién aterrizado en un nuevo entorno, hemos tratado de afrontar este reto, desde una perspectiva técnica, pero sobre todo humana. Los resultados han sido magníficos y, la esperanza de futuras colaboraciones en este apasionante mundo de la cooperación al desarrollo nos han hecho trabajar más ilusionados todavía. Por otra parte, como proyecto de innovación educativa este primer acercamiento a otras formas de desarrollo constructivo, ha servido para ver nuestras capacidades como centro de formación profesional, enfrentándonos a retos de innovación, tanto a nivel de enseñanza como de nuevos conocimientos.

Esperamos que estos materiales sirvan como apoyo a la ONGD Amycos y, a los alumnos y profesores participantes en el descubrimiento de otras posibilidades, tanto formativas, sobre todo, a nivel social como laborales.

2. TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS EXISTENTES.

Para desarrollar este análisis de las diferentes tipologías constructivas en Nicaragua, es necesario hacer una pequeña reseña de la situación de la vivienda, su tenencia, su acceso y la problemática que la rodea.

La dificultad de proveer vivienda adecuada en Nicaragua se deriva de varias fuentes, entre las que se encuentran los niveles extremos de pobreza y la inseguridad en la tenencia de la tierra².

Estos problemas, analizados en el momento actual, no han evolucionado de forma gradual hacia una solución efectiva, sino que el enquistamiento del mismo, ha generado una gran demanda de vivienda, no sólo en aspectos cuantitativos, sino de forma cualitativa.

Este análisis se centra en la zona centro-sur de Nicaragua, ya que la diversidad geográfica del país, obliga a definir en cada zona, tipologías diferentes, adaptadas al entorno y, que en diferentes ubicaciones, causarían efectos no deseados respecto de otras ubicaciones.

Las tipologías encontradas y analizadas son las siguientes:

2.1 Por el material de construcción en cerramientos:

- Bahareque.

² Vivienda Saludable en Nicaragua. Una mirada intersocial para mejorar la calidad de vida. Octubre, 2004. Jessica Athens

- Adobe.
- Ladrillo.
- Bloque de concreto (hormigón).
- Balas de paja.
- Madera.
- Otros.

2.2 Por el material de construcción en cubiertas:

- Zinc.
- Teja árabe.
- Teja de microcemento.
- Teja mixta.
- Aluzinc.
- Fibrocemento.
- Otros.

En nuestro viaje a Nicaragua nos encontramos con viviendas de diferentes tipologías, unas más tradicionales, en las que a menudo se mezclan materiales más modernos que sustituyen a otros considerados menos apropiados o resistentes, aunque habría mucho que decir al respecto y, otras, en la que materiales de la construcción más convencional cumplen las funciones requeridas tanto en la construcción como en su posterior uso.

En cada una de estas viviendas se han observado las condiciones de habitabilidad de las mismas a través de mediciones de la temperatura en el interior de la vivienda, tanto ambiental como en los paramentos que la forman; de manera que se ha podido comparar la conveniencia de unos materiales respecto a otros, al menos en este aspecto. La adopción de una u otra solución pasa también por aspectos tan importantes como el presupuesto de la vivienda y la posibilidad de autoconstrucción o al menos de colaboración en su ejecución de las personas implicadas en el proyecto.

Estas mediciones se pueden observar en las fichas adjuntas al final del apartado.

Aunque en la clasificación de las tipologías se han separado por los materiales de sus cerramientos y cubiertas se va a hacer la descripción de las viviendas existentes en su totalidad, donde los diferentes materiales se combinan de formas diversas, según las necesidades y circunstancias que rodean cada una de ellas.



En nuestra primera jornada nos dirigimos al municipio Tuma-La Dalia, perteneciente al departamento de Matagalpa.

El proyecto objeto de nuestra visita es una serie de 38 viviendas, andenes y casa comunal para maestros de escasos recursos en el núcleo urbano de la Dalia. El proyecto se llevó a cabo por la ONG Arquitectura y Compromiso Social de Sevilla³, englobado en un programa de colaboración de diversas universidades y organismos que persiguen el compromiso en el desarrollo sostenible y en programas de cooperación para facilitar el desarrollo tecnológico y la innovación a través de los recursos existentes.

Las viviendas de dos plantas están construidas con muros de ladrillo macizo como elementos resistentes. La particularidad de estas viviendas está en la ejecución de la cubierta con semibóvedas de tabique cerámico combinado con acero de refuerzo. Solución adoptada en la resolución de forjados de pequeña luz, que a la vez de minimizar costes, gana en espacio y habitabilidad.



³ Vivienda y ciudad posibles. Carlos González Lobo. Editorial Escala. Colombia 1999
[http://www.arquisocial.org/tiki-index.php?page=La%20Dalia%20\(Nicaragua\)](http://www.arquisocial.org/tiki-index.php?page=La%20Dalia%20(Nicaragua))

Las bóvedas se consideran como bóvedas de cañón corridas partidas por la mitad longitudinalmente por una generatriz o clave y los dos lados o brazos resultantes, que se descomponen a su vez en cortes por sus directrices, las dovelas.

Las dovelas se fabrican en el suelo sobre un molde dejando, previsiones para unir las entre sí una vez montadas sobre los muros.



Construcción de encofrado con ladrillos

Las dovelas se conforman de varias piezas de ladrillos pareados unidos entre sí por una junta de hormigón de unos 4 cm, un alma de acero formado por una varilla de 3/8" así como trózales de alambre recocido de tres hilos.

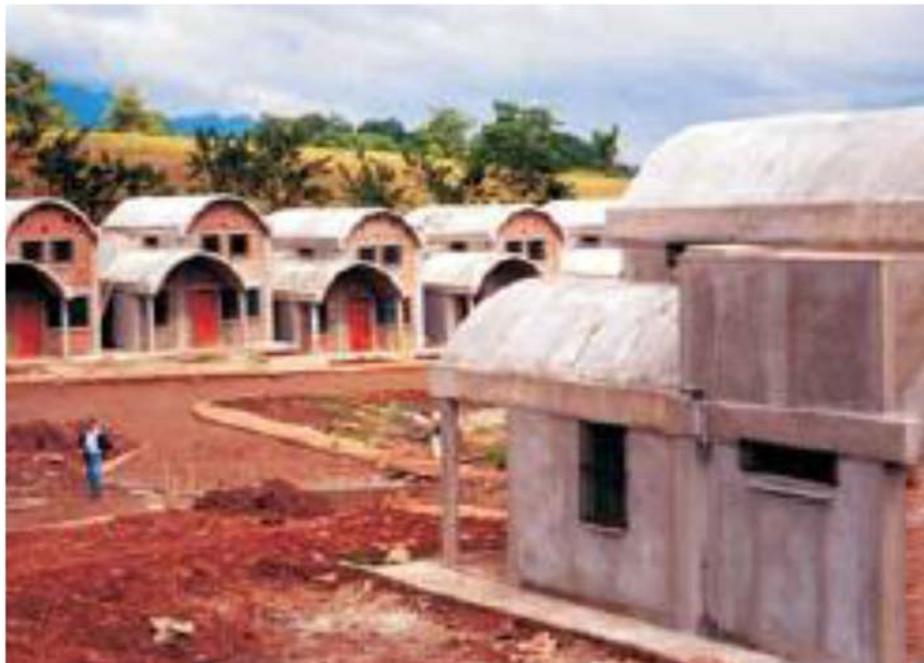
Las dovelas se apoyan en paredes de carga construidas con ladrillos macizos, rematados con una viga de coronación.



Transporte de dovelas



Colocación de dovelas y armadura de refuerzo



Finalmente todos los elementos se unirán con una capa de hormigón logrando así, una bóveda cilíndrica y monolítica como cubierta autoportante. Se acaban las cubiertas aplicando un tratamiento de impermeabilización.



La comunidad de María Jesús Olivas del municipio de San Ramón, en Matagalpa, ocupó la segunda jornada en nuestra serie de visitas. El proyecto de habitabilidad fue realizado por la ONGD AMYCOS.

Consiste en la autoconstrucción de 42 viviendas, para beneficiarios del programa que anteriormente ya tenían viviendas en la propia comunidad, persiguiéndose la mejora en las condiciones de éstas.



Viviendas con estructura de hormigón, cerramiento de bloques de hormigón y cubierta de zinc

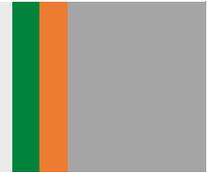
Las viviendas son construcciones de una sola planta integradas en una parcela de en torno a 700 m². La solución adoptada responde a experiencias anteriores de la propia ONG AMYCOS en lo que se refiere, sobre todo, a la resistencia de las construcciones a los sismos, ya que es ésta una de las premisas a tener en cuenta en cualquier proyecto que se desarrolle en esta zona.

Para cumplir con esta necesidad se diseñaron las viviendas con una estructura de hormigón armado, compuesta de elementos verticales atados por elementos horizontales, a nivel inferior en el arranque de los cerramientos con la viga solera, a nivel de los huecos de ventanas y puertas, quedando limitados totalmente dichos huecos por los elementos resistentes, y a nivel de coronación de los cerramientos en el arranque de la cubierta. Dichos elementos de estructura tienen una dimensión de 17 cms. y la otra del ancho de los bloques de hormigón empleados en fachada. (Ver Estudio de tipologías. Fichas 1 y 2)



El cerramiento de las viviendas se hace con bloques huecos de hormigón de producción industrial y celosías del mismo material. Dicha tecnología es apta para la autoconstrucción en cuanto a la ejecución de la vivienda, ya que utiliza una técnica de fácil transmisión a la población, siendo de rápida construcción. Los cerramientos permiten materiales de acabado aunque en el caso que nos ocupa no hayan sido utilizados.





Las divisiones interiores se realizan con elementos portantes de madera en una estructura a base de montantes verticales y canales horizontales a nivel del suelo y en la parte superior del cerramiento.

Sobre dicha estructura se montarán los paneles de yeso reforzado con fibras, tipo plycem, que aportan buenas condiciones de aislamiento, además de rapidez y facilidad de montaje.

El solado es a base de baldosa cerámica cocida y revestimiento de pintura de protección.

La cubierta se resuelve con estructura de acero a través de perlines, perfiles de acero en forma de U, soldadas en cajón cerrado. Se disponen correas en la formación de la pendiente de cubierta y otros elementos paralelos al alero distribuidos según las dimensiones de las placas de zinc utilizadas.



Distribución interior

Este material de cubierta aporta facilidad y rapidez de montaje no requiriendo mano de obra especialmente cualificada una vez que se obtienen conocimientos básicos como la soldadura o la forma de realizar la unión de las chapas a los elementos de estructura.



Detalle de cubierta

El zinc es un material que transmite con facilidad la temperatura exterior al no ser un buen aislante térmico.

Al no disponer ningún material de aislamiento en la cubierta se observa un aumento de la temperatura interior en las épocas de calor, por lo que se hacen necesarias unas ciertas condiciones de ventilación para intentar mantener el confort térmico en las viviendas.



Medición de temperatura en cubierta

En la misma comunidad nos encontramos con un edificio en construcción destinado a escuela. En la fase en que nos encontramos la edificación, ya han sido realizadas la cimentación del edificio a través de vigas sísmicas corridas en el perímetro del edificio y otras intermedias de atado del conjunto. La solución adoptada es similar a la descrita anteriormente en el resto de las viviendas en cuanto a la disposición de la estructura, difiriendo únicamente en el material de cerramiento que en este caso es a base de ladrillos cerámicos macizos.



Los pilares de sección de 23 X 23 cms aprovechan dos de las caras del cerramiento como encofrado del hormigón, economizando material.



Todas las varillas verticales han de quedar ancladas a la cimentación.





En el camino hacia la comunidad de María Jesús Olivas encontramos varias viviendas aisladas de construcción humilde en las que se mezclan sistemas de construcción tradicional con otras más actuales y materiales inmediatos pero precarios.

Una de las viviendas de una sola planta está realizada con adobe como muro de carga y cerrada en la parte superior con tablones de madera.

La cubierta inicialmente de teja curva cerámica ha sido sustituida, en parte, por revestimiento de chapa de zinc, lo que según sus habitantes diferencia la temperatura a la que están sometidas las distintas estancias.



El adobe es un sistema de construcción tradicional utilizado en la autoconstrucción, tanto en la elaboración del material como en la ejecución de las viviendas. Por esta disponibilidad, es un material empleado en pequeñas localidades y en el campo.

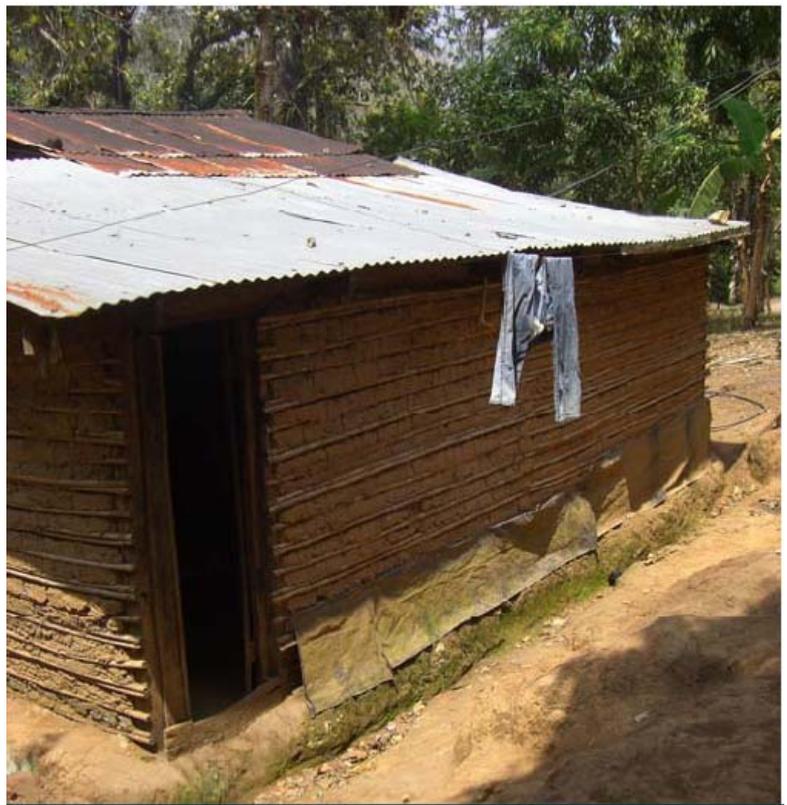
Las piezas de barro y paja secadas al sol poseen una baja conductividad térmica mejorada con el espesor de las paredes, aumentando en la misma proporción la inercia térmica, por lo que sirve de regulador de la temperatura interna.

Los muros de este material son hidrófilos, tendiendo a absorber la humedad ambiental cuando el aire está saturado, de manera que para que no pierdan resistencia a los esfuerzos habrán de ser protegidos en el exterior con revestimientos de embarado o morteros de cal y barro, que deberán mantenerse periódicamente. Otra buena práctica es la construcción de unos sobre cimientos que los aislen de la humedad del terreno.



Una de las propiedades del adobe que ha hecho que sea sustituido por otros materiales y menos aceptado por la población es su alta vulnerabilidad a los sismos, por su mal comportamiento frente a acciones inducidas. Esta deficiencia puede ser subsanada adoptando una forma cuadrangular en los adobes, construyendo con contrafuertes en los encuentros y un material de cubierta que no sea excesivamente pesado.

La cubierta de teja árabe está soportada por una estructura de madera formada por correas, y rastreles en la dirección del alero a distancia adecuada para la sujeción de las tejas, ya que no se dispone de entablado previo. Este material de cubierta mantiene las propiedades térmicas de la cerámica y posee una buena durabilidad, sin embargo hay que tener en cuenta que su peso es más elevado que el de otros materiales de cobertura.



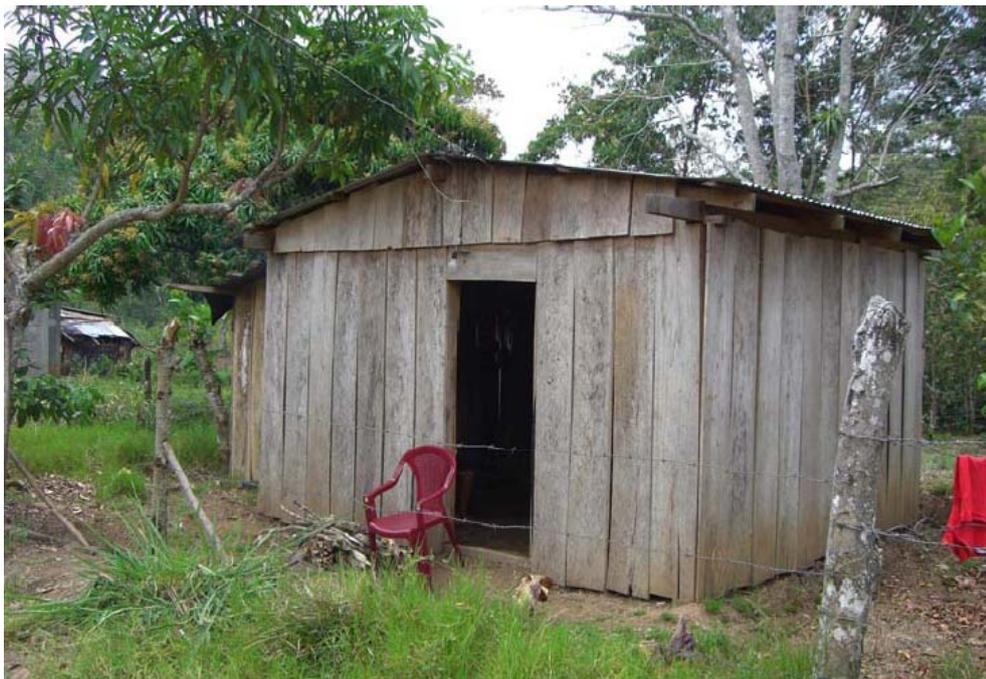
Otras de las viviendas que nos encontramos presentan un cerramiento a base de tabloncitos de madera sustentados por una pequeña estructura de madera. El escaso peso del material repercute precisamente en la economía de los materiales de estructura.



Estas construcciones han sido realizadas, generalmente, con la madera de más bajo coste existente en el mercado y a menudo con los costeros de sobra de aserrar la madera. Por su sencillez no requiere mano de obra especializada.

La madera es un material con un buen comportamiento como aislante térmico y una buena capacidad para absorber sonidos de impacto.

Flexible y capaz de soportar esfuerzos de tracción y compresión en la dirección paralela a las fibras.





El ***bahareque*** es otro de los sistemas tradicionales de construcción que nos encontramos en la comunidad.





El bahareque, es un encepado con varas entretrejidas (caña de maíz, caña brava, mangle, bahareque, carrizo...) y el embarro a base de arcilla y paja, materiales que se pueden obtener en el lugar donde se desea realizar la construcción.

El revestimiento de barro le proporciona una elevada inercia térmica, lo que le convierte en un buen aislante térmico.

Eficaz como material antisísmico debido a la elasticidad del entramado de caña, que absorbe las vibraciones evitando que se propaguen al resto de la estructura.

Su ligereza facilita su montaje, aminora las cargas sobre la edificación y en caso de colapso no provoca demasiados daños.

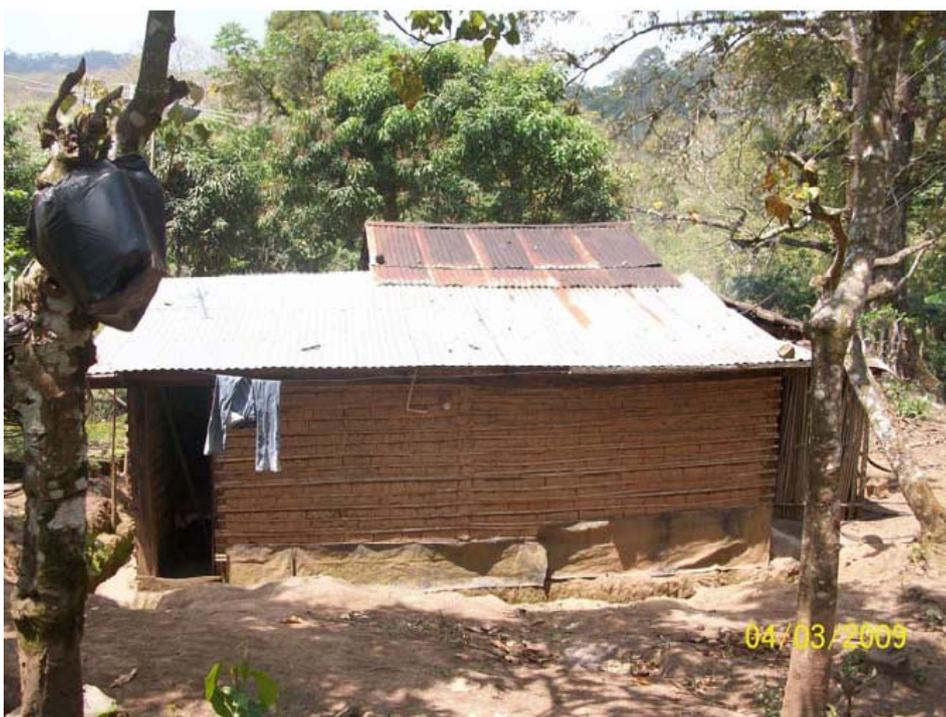


Detalle muro de bahareque.

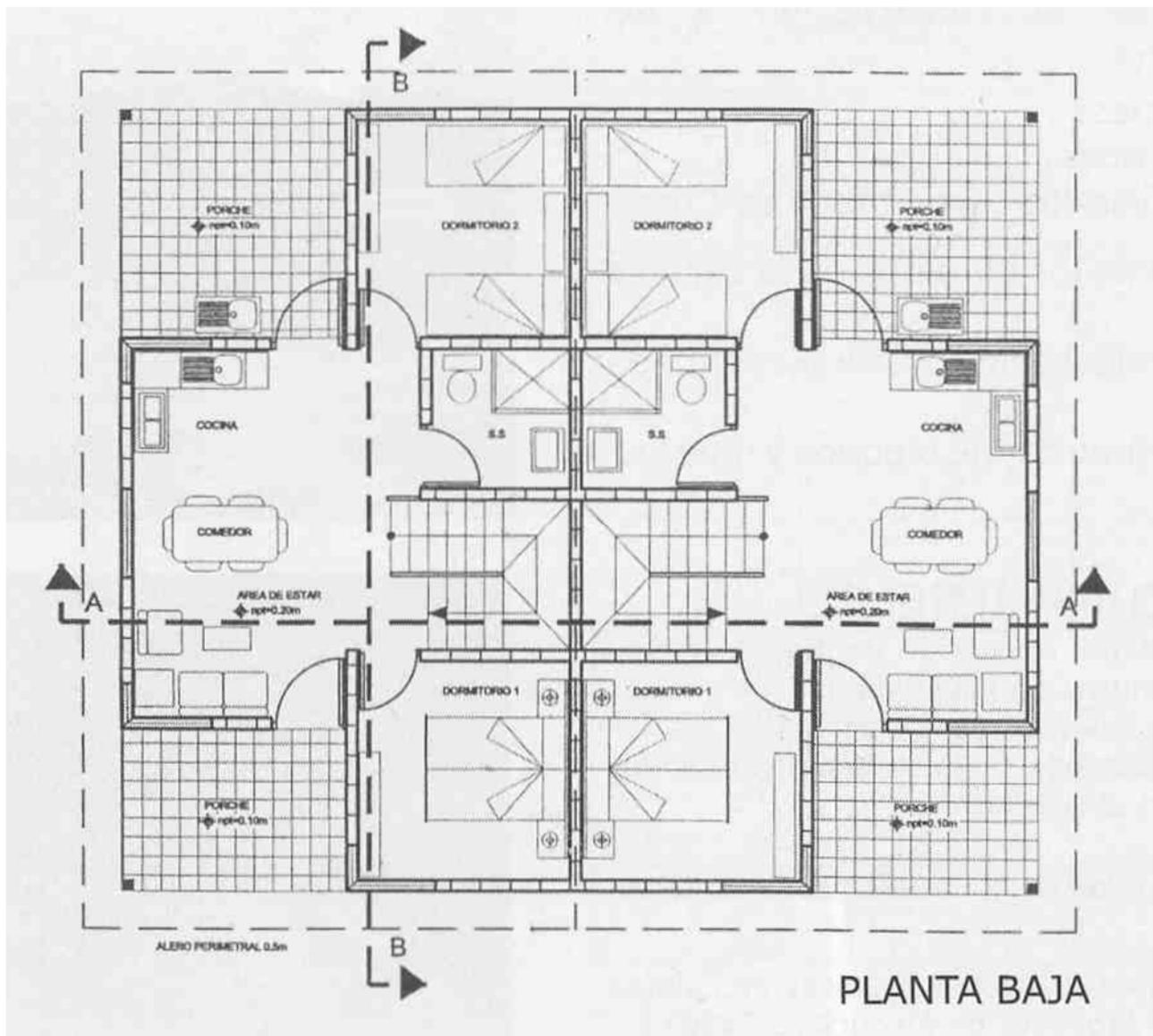


Detalle de embarrado.

Los techos de las viviendas de bahareque se elaboraban con infinidad de materiales naturales como hojas de palma o cañas con torta de barro, que han sido sustituidas en la actualidad por otros como las tejas o el zinc, o por simples plásticos como vemos en la imagen.



En el municipio de Chinandega volvemos a encontrarnos con otra iniciativa del Programa 10 x 10, que persigue la obtención de conocimientos, soluciones y experiencias generalizables, fácilmente





Al estar construidas con materiales cerámicos y debido a sus propiedades se mantiene un buen confort térmico en el interior de las viviendas.



Las tejas de cubierta son colocadas sobre rastreles de madera a lo largo del faldón, colocados a su vez sobre correas de madera. No existe entablado entre la estructura y las tejas. Pese a que las tejas disponen de orificios para clavarlas al soporte, no fueron sujetas de ningún modo, por lo que debido sobre todo a la acción del viento se han movido de su lugar correspondiente, haciendo necesarias labores de retejado como vemos en la imagen.



Detalles de cubierta





Las dos siguientes viviendas fueron realizadas con muros de mampostería reforzada de bloque de concreto y cubierta de láminas de plycem sobre estructura metálica.



El plycem es material para recubrimiento de fachadas y cubiertas, resultante de la mezcla de cemento, caliza y fibras orgánicas naturales que gracias a un proceso de mineralización se transforman en materia inerte frente al ataque de los álcalis, garantizando la resistencia del producto, al que además se incorpora un recubrimiento acrílico.

Presenta resistencia a la intemperie y a los rayos ultravioleta. Debido a su composición es un material ligero y de fácil instalación, a través de tornillos o abrazaderas de sujeción. Proporciona un buen confort térmico y acústico.



Detalles de cubierta



Alero cubierta fibrocemento

Las viviendas 5 y 6 se realizaron con muros de mampostería reforzada de bloques de barro industrializados y cubierta de lámina de zinc prepintada sobre estructura metálica.



Los bloques huecos de barro mantienen las propiedades de los productos cerámicos y las ventajas de la construcción de los bloques huecos de concreto.





En las dos siguientes viviendas encontramos muros de mampostería confinada de bloque de concreto y cubierta de tejas de microconcreto sobre redondos metálicos.

Las tejas de microconcreto son fabricadas con cemento, arena gruesa y agua, mezcladas y vibradas.

Es una tecnología apta para la autoproducción y la autoconstrucción, por no requerir operarios ni herramientas muy especializados.

Preservan el ambiente fresco en el interior de la vivienda gracias a su elevada reflectividad. Presentan un buen comportamiento acústico y térmico, no requieren sino un buen proceso de curado, son ligeras, inoxidables e impermeables.





Cubierta de tejas de microcemento

Las cuatro viviendas restantes se realizan combinando distintos materiales de los anteriormente descritos tanto en muros como en cubiertas.

Aquellas viviendas realizadas con muros de mampostería confinados tienen estructura de vigas y pilares de hormigón armado, en las que además de las cargas del peso que han de soportar se tienen en cuenta los esfuerzos por sismos.

En las viviendas realizadas con muros de mampostería reforzados los elementos resistentes se constituyen armando vertical y horizontalmente nervios incluidos en la propia fábrica.

Las viviendas 9 y 10 cuentan con muros de mampostería confinada de bloque de concreto y ladrillo de barro y cubierta de lámina de zinc tradicional sobre estructura de madera.



Las viviendas 11 y 12 muros de mampostería reforzada de bloque de concreto y bloque de barro y cubierta de teja de barro artesanal sobre estructura de madera.



Ya en Managua visitamos a manos de un español, Antonio Romero, una construcción que se sale de las hasta ahora consideradas viviendas sociales de bajo coste.



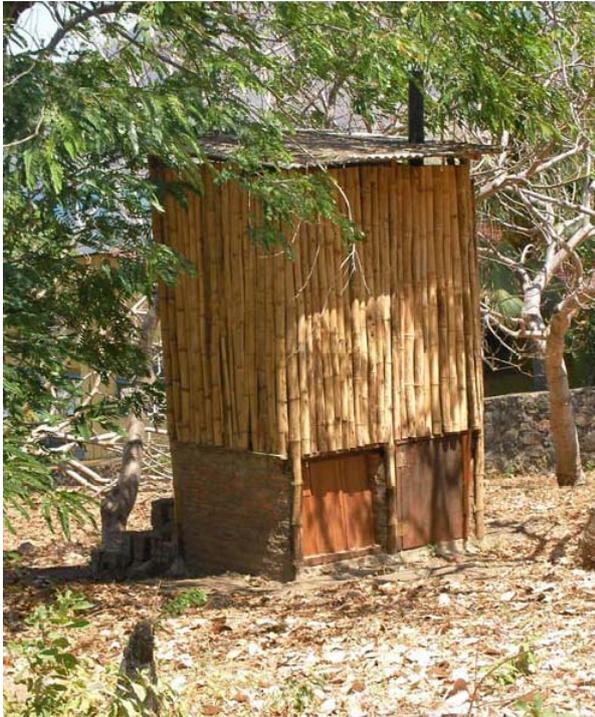
Realizada con un sistema tipo coteterm en fachada y con cubierta de plycem tratado con material asfáltico de aislamiento y protección.

El cerramiento de fachada realizado con materiales convencionales incorpora un sistema de aislamiento térmico por el exterior, lo que dota al edificio de un buen funcionamiento térmico, al evitar puentes térmicos y convertir el muro de cerramiento en un acumulador de calor, mejorando la inercia térmica del edificio y eliminando el riesgo de condensaciones.

El aislamiento térmico utilizado es a base de placas de poliestireno expandido adheridos con mortero hidráulico y clavo expansible a la fachada. Se protege con mortero del mismo tipo, armado con malla de fibras de vidrio con impregnación de látex para evitar el ataque y acción de los álcalis.



En la localidad de Masaya, camino de la laguna de Apoyo, un belga de nombre Jan van Bilsen, nos muestra lo que él considera un sistema constructivo apropiado para la construcción de bajo costo, teniendo en cuenta la fácil obtención de la materia prima, el bambú, aunque puede verse dificultado en parte por ser un material que requiere para su desarrollo unas condiciones climáticas determinadas que no lo hace adecuado para todas las zonas del país.



Este material puede ser utilizado tanto en la estructura del edificio, admitiendo cualquier tipo de material de cerramiento y cubierta, como para el cerramiento de la construcción.

El bambú es un material que debido a la extrema densidad de su estructura celular supera la estabilidad y elasticidad de otros tipos de madera.

Muy resistente, con fibras muy elásticas paralelas al eje de la caña.

Su flexibilidad y alta resistencia a la tensión y solidez estructural hacen que el bambú sea altamente resistente a los sismos y en caso de colapso su poco peso causa menos daños.

Se requiere mano de obra especializada para la ejecución de las construcciones.



La construcción que nos ocupa limita el uso del bambú a la estructura. Formada con elementos verticales de mayor diámetro que la utilizada en la formación de la cubierta.

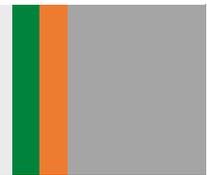
Los elementos horizontales o inclinados y los verticales son unidos mediante encaje de las secciones y pernos roscados.



Detalle de unión de elementos verticales e inclinados

Los pies derechos se aíslan de la humedad del terreno a través de dados de hormigón. No se interpone ningún material entre el bambú y el hormigón.



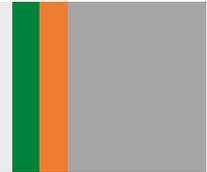


El primer metro de los pies derechos en contacto con la cimentación es macizado con mortero y las varillas que lo unen al dado de hormigón sujetas mediante los mismos pernos roscados de las uniones.



En Managua, gracias a la amabilidad de Paul, el irlandés, tenemos la oportunidad de visitar una vivienda singular por el material utilizado en los muros de cerramiento. Se trata de una vivienda con estructura de madera de eucalipto, y muros de balas de paja de arroz.





Las balas de paja se pueden considerar como un material utilizado en construcción durante miles de años, en combinación con la arcilla para evitar la humedad.

Es un material barato y de fácil adquisición, que no pasa por ningún proceso de producción o elaboración. No requiere herramientas complicadas ni mano de obra especializada.

Son excelentes como aislamiento acústico y térmico, térmicamente eficaces y conservan la energía dependiendo del tipo de paja y el espesor de la pared.

Las balas de paja transpiran mejor que otros materiales, algo necesario para mantener una calidad en el aire interior.

Para que la construcción con balas de paja sea eficiente y duradera hay que tener en cuenta una serie de aspectos en el proceso de ejecución, conociendo sus limitaciones y los riesgos a los que puede estar sometida.

Se dispuso un buen perímetro de cimientos aislados y una ventilación adecuada.



Cimentación corrida



Impermeabilización primera hilada.



Anclaje primera hilada.



Colocación carpintería.

Las balas de paja se cosieron a los cimientos con armaduras, se colocaron por hiladas contrapeadas y cada cierto número de hiladas se cosieron verticalmente con barras de acero o con varas clavadas en la paja. En el grueso del muro las balas se cosieron con hilo de nylon.

Los paramentos exteriores fueron convenientemente protegidos con varias capas de repello a base de mortero de cal y cemento, sobre malla de gallinero o plástica que facilite la adhesión de la masa a las balas de paja.



Estructura de madera.



Repello de fachada.

En la fotografía inferior podemos observar en la ciudad de Masaya, una vivienda de muros de carga de adobe con espesor de 90 cms., estructura de cubierta de madera con recubrimiento de caña, y material de cobertura a base de teja curva cerámica.



Alero de madera



Cubierta de madera y tablero de caña.



Ausencia de revestimiento por falta de mantenimiento.

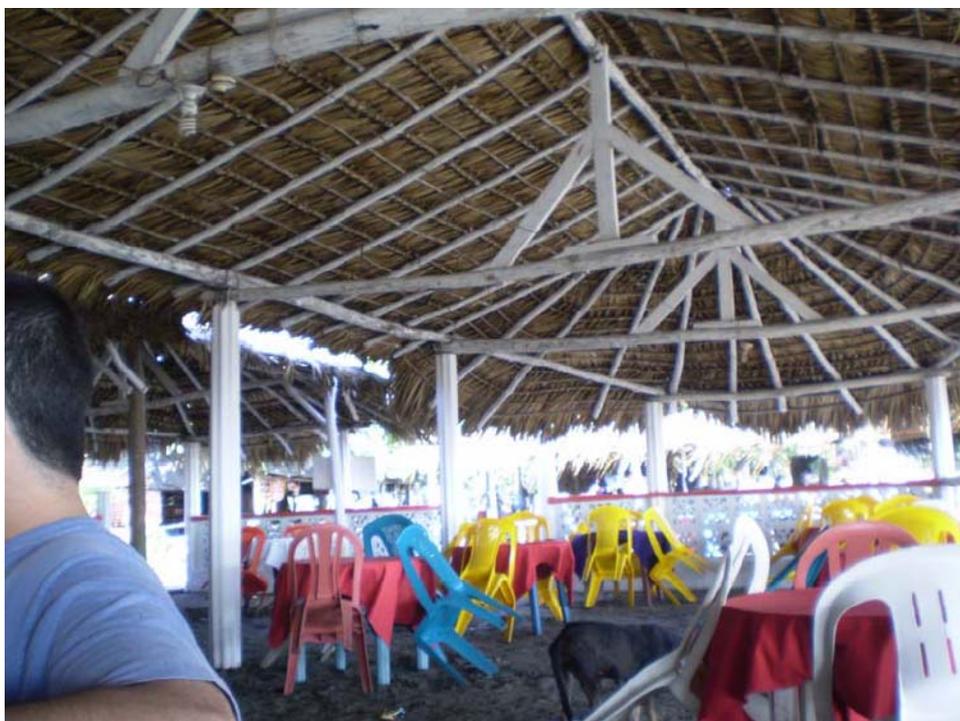
Tanto en las poblaciones rurales que visitamos como en los barrios del extrarradio de Managua encontramos viviendas construidas con materiales a menudo de desecho que deben hacer las funciones de cobijo y hogar de numerosas personas para las que no está a su alcance el derecho a una vivienda digna.



En algunas edificaciones destinadas a usos de hostelería, encontramos cubiertas de palma, frecuentes en otros tiempos, sustituidas hoy por otros materiales.

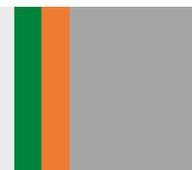
Son cubiertas que se construyen empezando por el marco de soporte que tendrá la vivienda. Una vez terminada la estructura, se inicia el proceso de colocación de las hojas de palma. Generalmente se agrupan y se amarran entre sí para darles mayor firmeza. Tienen un buen aislamiento térmico.

La colocación del techado requiere de cierta práctica para efectuar la cubierta correctamente. Tiene el inconveniente de ser propenso a ser atacado por hongos e insectos, aunque su reparación y sustitución es fácil.



Cubierta con estructura de madera y cobertura de hojas de palma.

A continuación se muestran las fichas técnicas de las observaciones realizadas en cada una de las viviendas que anteriormente hemos descrito. En ellas se especifican las mediciones de temperatura tanto en el ambiente interior de las viviendas como en los paramentos que las conforman, y que inciden directamente en las condiciones de habitabilidad y confort de las viviendas.



ESTUDIO TIPOLOGÍAS VIVIENDA UNIFAMILIAR EN NICARAGUA

DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA

Vivienda unifamiliar pareada. Muros exteriores de mampostería con ladrillo de barro.
Cubierta de teja de barro industrializada sobre estructura de madera.

OBSERVACIONES /MEDICIONES

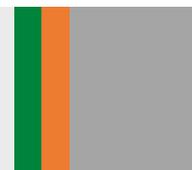
| | |
|-----------------------------|------------------------------|
| FECHA | 04/04/2009 |
| HORA | 12:50 h |
| UBICACIÓN VIVIENDA | Chinandega. Proyecto 10 x 10 |
| ORIENTACIÓN VIVIENDA | Este |
| TEMPERATURA EXTERIOR | 33,7°C |

DIMENSIONES

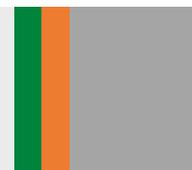
| SUPERFICIE (m²) | LARGO (m) | ANCHO (m) | ALTURA CUMBRERA (m) | ALTURA ALERO (m) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|-------------------------|
| 54 m ² | ***** | ***** | ***** | ***** |

ELEMENTOS OBSERVADOS/MEDIDOS

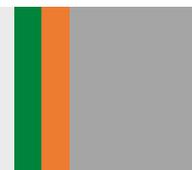
| PARAMENTO/ ELEMENTO | ORIENTACIÓN PARAMENTO | ALTURA MEDICIÓN (m) | SEPARACIÓN (m) | TEMPERATURA (°C) |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Suelo P:B: viv. 1 | | | | 30 |
| Cubierta viv. 1 | | | | 39,3 |
| Muro 1 viv. 1 | Sur (medianería) | 1 | | 29,8 |
| | | 4,5 | | 32,4 |
| Muro 2 viv. 1 | Norte | 1 | | 30 |
| Ambiente | | | 1,5 | 33,2 |
| Suelo P:B: viv. 2 | | | | 30,7 |
| Cubierta viv.2 | | | | 38,9 |
| Muro 1 viv.2 | Norte (medianería) | 1 | | 29,8 |
| | | 4,5 | | |
| Muro 2 iv.2 | Sur | 1 | | 30,5 |
| Ambiente | | | 1,5 | 33,8 |



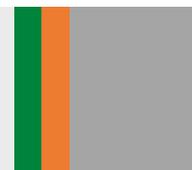
| ESTUDIO TIPOLOGÍAS VIVIENDA UNIFAMILIAR EN NICARAGUA | | | | |
|--|------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA | | | | |
| Vivienda unifamiliar pareada. Muros exteriores de mampostería reforzada de bloques de concreto. Cubierta de <i>plycem</i> prepintadas sobre estructura metálica. | | | | |
| OBSERVACIONES /MEDICIONES | | | | |
| FECHA | 04/04/2009 | | | |
| HORA | 12:50 h | | | |
| UBICACIÓN VIVIENDA | Chinandega. Proyecto 10 x 10 | | | |
| ORIENTACIÓN VIVIENDA | Este | | | |
| TEMPERATURA EXTERIOR | 33,7°C | | | |
| DIMENSIONES | | | | |
| SUPERFICIE (m2) | LARGO (m) | ANCHO (m) | ALTURA CUMBRERA (m) | ALTURA ALERO (m) |
| 54 m2 | ***** | ***** | ***** | ***** |
| ELEMENTOS OBSERVADOS/MEDIDOS | | | | |
| PARAMENTO/ ELEMENTO | ORIENTACIÓN PARAMENTO | ALTURA MEDICIÓN (m) | SEPARACIÓN (m) | TEMPERATURA (°C) |
| Suelo P:B: viv. 3 | | | | 31,7 |
| Cubierta viv. 3 | | | | 53,6 |
| Muro 1 viv. 3 | Este | 1 | | 32,3 |
| | | 4,5 | | 35,2 |
| Muro 2 viv. 3 | Norte | 1 | | 31,4 |
| | | 4,5 | | 34,1 |
| Ambiente | | | 1,5 | 34,3 |



| ESTUDIO TIPOLOGÍAS VIVIENDA UNIFAMILIAR EN NICARAGUA | | | | |
|--|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA | | | | |
| Vivienda unifamiliar pareada. Muros exteriores de mampostería reforzada de bloque de barro industrializado. Cubierta de lámina de zinc troquelada prepintada sobre estructura metálica | | | | |
| OBSERVACIONES /MEDICIONES | | | | |
| FECHA | | 04/04/2009 | | |
| HORA | | 12:50 h | | |
| UBICACIÓN VIVIENDA | | Chinandega. Proyecto 10 x 10 | | |
| ORIENTACIÓN VIVIENDA | | Este | | |
| TEMPERATURA EXTERIOR | | 33,7°C | | |
| DIMENSIONES | | | | |
| SUPERFICIE (m²) | LARGO (m) | ANCHO (m) | ALTURA CUMBRERA (m) | ALTURA ALERO (m) |
| 54 m ² | ***** | ***** | ***** | ***** |
| ELEMENTOS OBSERVADOS/MEDIDOS | | | | |
| PARAMENTO/ ELEMENTO | ORIENTACIÓN PARAMENTO | ALTURA MEDICIÓN (m) | SEPARACIÓN (m) | TEMPERATURA (°C) |
| Sin observación | | | | |



| ESTUDIO TIPOLOGÍAS VIVIENDA UNIFAMILIAR EN NICARAGUA | | | | |
|--|------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA | | | | |
| Vivienda unifamiliar pareada. Muros exteriores de mampostería confinada de bloque de concreto. Cubierta de teja de microconcreto sobre redondos metálicos. | | | | |
| OBSERVACIONES /MEDICIONES | | | | |
| FECHA | 04/04/2009 | | | |
| HORA | 12:50 h | | | |
| UBICACIÓN VIVIENDA | Chinandega. Proyecto 10 x 10 | | | |
| ORIENTACIÓN VIVIENDA | Oeste | | | |
| TEMPERATURA EXTERIOR | 33,7°C | | | |
| DIMENSIONES | | | | |
| SUPERFICIE (m2) | LARGO (m) | ANCHO (m) | ALTURA CUMBRERA (m) | ALTURA ALERO (m) |
| 54 m2 | ***** | ***** | ***** | ***** |
| ELEMENTOS OBSERVADOS/MEDIDOS | | | | |
| PARAMENTO/ ELEMENTO | ORIENTACIÓN PARAMENTO | ALTURA MEDICIÓN (m) | SEPARACIÓN (m) | TEMPERATURA (°C) |
| Suelo P:B: viv. 8 | | | | 31,7 |
| Cubierta viv. 8 | | | | 49,3 |
| Muro 1 viv. 8 | Oeste | 1 | | 29,3 |
| | | 4,5 | | 33,4 |
| Muro 2 viv. 8 | Este | 1 | | 29,6 |
| | | 4,5 | | 33,5 |
| Muro 3 viv. 8 | Sur (medianería) | 1 | | 29,4 |
| | | 4,5 | | 34,1 |
| Muro 4 viv.8 | Norte | 1 | | 29,5 |
| Ambiente | | | 1,5 | 34,2 |



ESTUDIO TIPOLOGÍAS VIVIENDA UNIFAMILIAR EN NICARAGUA

DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA

Vivienda unifamiliar pareada. Muros exteriores de mampostería confinada de bloque de concreto y ladrillo de barro combinados.
Cubierta de lámina de zinc tradicional sobre estructura de madera.

OBSERVACIONES /MEDICIONES

| | |
|-----------------------------|------------------------------|
| FECHA | 04/04/2009 |
| HORA | 12:50 h |
| UBICACIÓN VIVIENDA | Chinandega. Proyecto 10 x 10 |
| ORIENTACIÓN VIVIENDA | Oeste |
| TEMPERATURA EXTERIOR | 33,7°C |

DIMENSIONES

| SUPERFICIE (m²) | LARGO (m) | ANCHO (m) | ALTURA CUMBRERA (m) | ALTURA ALERO (m) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|-------------------------|
| 54 m ² | ***** | ***** | ***** | ***** |

ELEMENTOS OBSERVADOS/MEDIDOS

| PARAMENTO/ ELEMENTO | ORIENTACIÓN PARAMENTO | ALTURA MEDICIÓN (m) | SEPARACIÓN (m) | TEMPERATURA (°C) |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Suelo P:B: viv. 10 | | | | 33,8 |
| Cubierta viv. 10 | | | | 57,3 |
| Muro 1 viv. 10 | Oeste | 1 | | 30,8 |
| | | 4,5 | | 34,4 |
| Muro 2 viv. 10 | Norte | 1 | | 30,6 |
| | | 2,5 | | 32,6 |
| Muro 3 viv. 10 | Este | 1 | | 31,5 |
| | | 4,5 | | 36 |
| Ambiente | | | 1,5 | 35,1 |



ESTUDIO TIPOLOGÍAS VIVIENDA UNIFAMILIAR EN NICARAGUA

DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA

Vivienda unifamiliar pareada. Muros exteriores de mampostería reforzada de bloque de concreto y bloque de barro combinados.
Cubierta de teja de barro artesanal sobre estructura de madera.

OBSERVACIONES /MEDICIONES

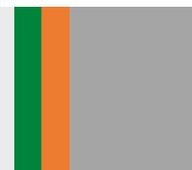
| | |
|-----------------------------|------------------------------|
| FECHA | 04/04/2009 |
| HORA | 12:50 h |
| UBICACIÓN VIVIENDA | Chinandega. Proyecto 10 x 10 |
| ORIENTACIÓN VIVIENDA | Norte |
| TEMPERATURA EXTERIOR | 33,7°C |

DIMENSIONES

| SUPERFICIE (m2) | LARGO (m) | ANCHO (m) | ALTURA CUMBRERA (m) | ALTURA ALERO (m) |
|------------------------|------------------|------------------|----------------------------|-------------------------|
| 54 m2 | ***** | ***** | ***** | ***** |

ELEMENTOS OBSERVADOS/MEDIDOS

| PARAMENTO/ ELEMENTO | ORIENTACIÓN PARAMENTO | ALTURA MEDICIÓN (m) | SEPARACIÓN (m) | TEMPERATURA (°C) |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Suelo P:B: viv. 11 | | | | 29,2 |
| Cubierta viv. 11 | | | | 39,4 |
| Muro 1 viv. 11 | Oeste | 1 | | 31,8 |
| Muro 2 viv. 11 | Sur | 1 | | 29,6 |
| | | 4,5 | | 31,6 |
| Muro 3 viv. 11 | Norte | 1 | | 29 |
| | | 4,5 | | 30,5 |
| Ambiente | | | 1,5 | 33,8 |



| ESTUDIO TIPOLOGÍAS VIVIENDA UNIFAMILIAR EN NICARAGUA | | | | |
|--|------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA | | | | |
| Vivienda unifamiliar aislada. Muros con aislamiento térmico exterior y acabado tipo coteterm. Cubierta de plycem con acabado de pintura asfáltica. | | | | |
| OBSERVACIONES /MEDICIONES | | | | |
| FECHA | 06/04/2009 | | | |
| HORA | 13:15 h | | | |
| UBICACIÓN VIVIENDA | Managua | | | |
| ORIENTACIÓN VIVIENDA | Norte | | | |
| TEMPERATURA EXTERIOR | 36,3°C | | | |
| DIMENSIONES | | | | |
| SUPERFICIE (m2) | LARGO (m) | ANCHO (m) | ALTURA CUMBRERA (m) | ALTURA ALERO (m) |
| ***** | 8,3 | 7 | ***** | ***** |
| ELEMENTOS OBSERVADOS/MEDIDOS | | | | |
| PARAMENTO/ ELEMENTO | ORIENTACIÓN PARAMENTO | ALTURA MEDICIÓN (m) | SEPARACIÓN (m) | TEMPERATURA (°C) |
| Suelo P:B | | | | 24,6 |
| Cubierta | | | | 29,4 |
| Muro 1 | Oeste | 1 | | 25,8 |
| | | 2,5 | | 27,5 |
| Muro 2 | Sur | 1 | | 25,2 |
| | | 2,5 | | 27,8 |
| Ambiente | | 5 | 1,5 | 30 |



ESTUDIO TIPOLOGÍAS VIVIENDA UNIFAMILIAR EN NICARAGUA

DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA

Vivienda unifamiliar aislada. Muros exteriores de mampostería con bloque de concreto y estructura de concreto armado.
Cubierta de chapa de zinc sobre estructura metálica.

OBSERVACIONES /MEDICIONES

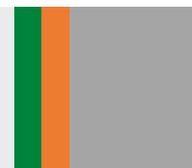
| | |
|-----------------------------|----------------------|
| FECHA | 03/04/2009 |
| HORA | 11:50 h |
| UBICACIÓN VIVIENDA | San Ramón(Matagalpa) |
| ORIENTACIÓN VIVIENDA | Noreste |
| TEMPERATURA EXTERIOR | 31,2°C |

DIMENSIONES

| SUPERFICIE (m²) | LARGO (m) | ANCHO (m) | ALTURA CUMBRERA (m) | ALTURA ALERO (m) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|-------------------------|
| ***** | 7,7 | 4,98 | 3,11 | 2,58 |

ELEMENTOS OBSERVADOS/MEDIDOS

| PARAMENTO/ ELEMENTO | ORIENTACIÓN PARAMENTO | ALTURA MEDICIÓN (m) | SEPARACIÓN (m) | TEMPERATURA (°C) |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Suelo P:B | | | | 23,6 |
| Cubierta | | | | 58,4 |
| Muro 1 | Este | 1 | | 28,6 |
| Muro 2 | Sur | 0 | | 25 |
| | | 1,5 | | 25,6 |
| | | 3 | | 26 |
| Muro 3 | Oeste | 0 | | 23 |
| | | 1,5 | | 23,9 |
| | | 3 | | 24,6 |
| Muro 4 | Norte | 0 | | 25,9 |
| | | 1,5 | | 25,9 |
| | | 3 | | 25,9 |
| Ambiente | | | 0 | 31 |
| | | | 1,5 | 31,6 |
| | | | 3 | 35,1 |



ESTUDIO TIPOLOGÍAS VIVIENDA UNIFAMILIAR EN NICARAGUA

DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA

Vivienda unifamiliar aislada. Muros exteriores de mampostería con bloque de concreto y estructura de concreto armado.
Cubierta de chapa de zinc sobre estructura metálica.

OBSERVACIONES /MEDICIONES

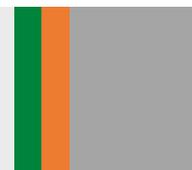
| | |
|----------------------|----------------------|
| FECHA | 03/04/2009 |
| HORA | 12:15 h |
| UBICACIÓN VIVIENDA | San Ramón(Matagalpa) |
| ORIENTACIÓN VIVIENDA | Suroeste |
| TEMPERATURA EXTERIOR | 32,9°C |

DIMENSIONES

| SUPERFICIE (m ²) | LARGO (m) | ANCHO (m) | ALTURA CUMBRERA (m) | ALTURA ALERO (m) |
|------------------------------|-----------|-----------|---------------------|------------------|
| ***** | 7,7 | 4,98 | 3,11 | 2,58 |

ELEMENTOS OBSERVADOS/MEDIDOS

| PARAMENTO/ELEMENTO | ORIENTACIÓN PARAMENTO | ALTURA MEDICIÓN (m) | SEPARACIÓN (m) | TEMPERATURA (°C) |
|--------------------|-----------------------|---------------------|----------------|------------------|
| Suelo P:B | | | | 27,4 |
| Cubierta | | | | 59,7 |
| Muro 1 | Sur | 0 | | 27,6 |
| | | 1,5 | | 29 |
| | | 3 | | 30,6 |
| Muro 2 | Oeste | 0 | | 27,1 |
| | | 1,5 | | 29,3 |
| | | 3 | | 30,6 |
| Muro 3 | Norte | 0 | | 25,5 |
| | | 1,5 | | 27 |
| | | 3 | | 29,7 |
| Muro 4 | Este | 0 | | 30,4 |
| | | 1,5 | | 31,6 |
| | | 3 | | 31,8 |
| Ambiente | | | 0 | 32,4 |
| | | | 1,5 | 32,6 |
| | | | 3 | 38,5 |



ESTUDIO TIPOLOGÍAS VIVIENDA UNIFAMILIAR EN NICARAGUA

DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA

Vivienda unifamiliar. Muros exteriores de mampostería con adobe de 90 cms. de espesor. Cubierta de estructura de madera, cubierta de caña y con cobertura de teja cerámica.

OBSERVACIONES /MEDICIONES

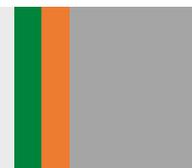
| | |
|-----------------------------|------------|
| FECHA | 08/04/2009 |
| HORA | 12:15 h |
| UBICACIÓN VIVIENDA | Masaya |
| ORIENTACIÓN VIVIENDA | Este |
| TEMPERATURA EXTERIOR | 32,2°C |

DIMENSIONES

| SUPERFICIE (m²) | LARGO (m) | ANCHO (m) | ALTURA CUMBRERA (m) | ALTURA ALERO (m) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|-------------------------|
| ***** | 6,35 | 6 | 7 | 5,25 |

ELEMENTOS OBSERVADOS/MEDIDOS

| PARAMENTO/ ELEMENTO | ORIENTACIÓN PARAMENTO | ALTURA MEDICIÓN (m) | SEPARACIÓN (m) | TEMPERATURA (°C) |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Suelo P:B | | | | 28 |
| Cubierta | | | | 29,4 |
| Muro 1 | Norte (medianería) | 1 | | 27,3 |
| | | 5 | | 27,5 |
| Muro 2 | Interior | 1 | | 27,2 |
| | | 5 | | 27,6 |
| Muro 3 | Este | 1 | | 26,5 |
| | | 5 | | 27,1 |
| Muro 4 | Sur | 5 | | 26,9 |
| Ambiente | | | 1,5 | 32,8 |



| ESTUDIO TIPOLOGÍAS VIVIENDA UNIFAMILIAR EN NICARAGUA | | | | |
|--|------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA | | | | |
| Vivienda unifamiliar. Muros exteriores de balas de paja de arroz con revestimiento de repello de cal y cemento. Estructura de pilares y vigas de eucalipto. Cubierta de estructura de madera, cubierta de caña y con cobertura de teja cerámica. | | | | |
| OBSERVACIONES /MEDICIONES | | | | |
| FECHA | 07/04/2009 | | | |
| HORA | 17:00 h | | | |
| UBICACIÓN VIVIENDA | Managua | | | |
| ORIENTACIÓN VIVIENDA | Norte | | | |
| TEMPERATURA EXTERIOR | 34,8°C | | | |
| DIMENSIONES | | | | |
| SUPERFICIE (m2) | LARGO (m) | ANCHO (m) | ALTURA CUMBRERA (m) | ALTURA ALERO (m) |
| ***** | ***** | ***** | ***** | ***** |
| ELEMENTOS OBSERVADOS/MEDIDOS | | | | |
| PARAMENTO/ ELEMENTO | ORIENTACIÓN PARAMENTO | ALTURA MEDICIÓN (m) | SEPARACIÓN (m) | TEMPERATURA (°C) |
| Suelo P:B (cerámico) | | | | 27,6 |
| Cubierta P. 1ª (madera) | | | | 34,8 |
| Muro 1 | Norte | 1 | | 28,9 |
| | | 4 | | 30,5 |
| Muro 2 | Sur | 1 | | 27,8 |
| | | 4 | | 30,6 |
| Muro 3 | Este | 4 | | 29,8 |
| Ambiente | p. baja | | 1,5 | 33,2 |
| | p. primera | | 1,5 | 34,8 |
| Ambiente | | | 1,5 | 32,8 |

CONCLUSIONES.

Del estudio y las observaciones que realizamos en los distintos tipos de viviendas, de cuya existencia ya teníamos conocimiento antes de iniciar el viaje, en algunos casos, y otras, que encontramos en nuestro itinerario, hemos llegado a algunas conclusiones, que aunque parciales, nos han servido para decidir la solución adoptada en el proyecto de vivienda progresiva.

Las temperaturas, objeto de nuestro estudio, fueron medidas en el ambiente de las viviendas y en distintos paramentos. Si bien, estas mediciones han sido realizadas de forma puntual en el tiempo, no pudiendo realizar un estudio comparativo en distintas fechas, los resultados obtenidos nos han aportado datos lo suficientemente claros.

Datos de cubiertas. En cubiertas de zinc, que son las que más calor transmiten y acumulan, encontramos temperaturas de 59.4°C. En cubiertas de teja árabe cerámica, que al contrario que las anteriores son las que mejor preservan del calor al interior de las viviendas, encontramos temperaturas de 39.3°C y hasta 29.4°C, dependiendo de la altura de la cubierta. Por tanto hay diferencias de temperatura de entre 18 y 27°C.

Datos de paramentos. En los paramentos verticales hay una variación de temperatura entre los 25 y 30°C medidos en muros con la misma orientación. En los suelos de las viviendas existe diferencias de hasta 10°C, entre suelos a 33°C y 23°C y, esta variación, depende de la orientación global de las viviendas y del conjunto de materiales de la misma.

Otros parámetros como la humedad o la velocidad del viento han quedado sin observación.

Por lo tanto desde estos análisis se desprende que los materiales más recomendables de cara a la implementación en el estudio de proyecto, son, en cubierta la teja árabe y, en paramentos verticales, el ladrillo, si bien, la orientación del conjunto de viviendas requiere de un análisis más detallado, para de esta forma plantear una solución global que abarque los mejores planteamientos, tanto a nivel constructivo como de ordenación urbana.

3. NORMATIVA APLICABLE.

3.1 Nicaragua.

Reglamento nacional de Construcción RNC – 07.

Dirección general de Normas de construcción y desarrollo urbano. Ministerio de Transportes e Infraestructura.

Normas mínimas de dimensionamiento para desarrollos habitacionales. NTON – 11013 – 04.

Ministerio de Transportes e Infraestructura.

Reglamento nacional de Construcción RNC – 07.

Dirección general de Normas de construcción y desarrollo urbano. Ministerio de Transportes e Infraestructura.

Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua.

Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

Guía Técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.

Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

3.2 España.

Código técnico de la Edificación – CTE.

Ministerio de Fomento.

Instrucción de hormigón estructural EHE-08.

Ministerio de Fomento.

4. RECOMENDACIONES.

4.1 Estructuras y cimentaciones.

Para la realización de la cimentación, utilizando una zapata corrida, también denominada viga asísmica, ésta deberá ser trabada con la solera o piso de apoyo, a través de una pequeña armadura de acero corrugado en forma de mallazo. El resto de la estructura ha de ser ejecutada manteniendo las separaciones de aceros, mediante la utilización de separadores, comprobar exhaustivamente la elaboración de la mezcla de concreto para conseguir su resistencia a compresión. Ésta será de 3000 psi (libras por pulgada cuadrada) y será obtenida a través de la siguiente dosificación: 1:2:3 (cemento, grava, arena).

Respecto de los suelos de apoyo, en suelos húmedos o salitrosos, es conveniente, antes de construir la cimentación, impermeabilizar las superficies del suelo con el que estará en contacto. Puede utilizarse breca o un plástico grueso, para que la humedad no penetre en el muro. En suelos de baja calidad, como los de arena suelta, se debe emplear cimientos de concreto armado muy rígidos, como la viga T invertida que aquí se muestra en la fotografía⁴

Sería recomendable prolongar la cimentación de la viga asísmica, mediante varillas de acero corrugado que sirvieran de conectores con las hiladas de ladrillo apoyadas en las partes inmediatamente superiores.



4.2 Cerramientos.

Todos los materiales del cerramiento y la tabiquería interior deberán cumplir con las especificaciones técnicas establecidas en el proyecto de construcción y, además, deberán ser almacenados en lugares apropiados para evitar su descomposición antes de su puesta en obra.

El ladrillo cuarterón, escogido para el desarrollo del cerramiento en el proyecto, tiene unas dimensiones de 30x15x5 cms. Irá asentado en la viga asísmica colocado con mortero de cemento 1:4, centrado en la misma y replanteado a priori. En la parte superior de la viga intermedia de 23 x 23, irá apoyado de la misma forma que en la parte inferior.

⁴ Manual para el desarrollo de viviendas sismorresistentes – PNUD.



Cerramiento de ladrillo cuarterón en comunidad M^a Jesús Oliva en San Ramón, Matagalpa.

Respecto de la utilización de los ladrillos, luego de limpiar de arcilla los ladrillos y varias horas antes de asentarlos, se les debe regar durante media hora. El objetivo de esta operación es disminuir la elevada succión que ellos presentan y que el agua retenida en su núcleo sirva para curar el mortero. De otro modo, si se les asienta secos, absorberán rápidamente el agua del mortero endureciéndolo⁵.

4.3 Cubiertas.

En cuanto a los techos con tejas, se recomienda colocar los largueros, sean estos de madera o metálicos, a una separación máxima de 70 cms.

En el caso de estructuras de techo a base de madera, se reconoce que se usan como largueros, elementos tipo polín, con dimensiones de al menos 8 x 8 cms. de sección. Sobre estos largueros se colocan las tiras o viguetas, también de madera, que serán las que reciban directamente las tejas

⁵ Manual para el desarrollo de viviendas sismorresistentes – PNUD.

de la cubierta del techo. Estas tiras se recomienda que tengan dimensiones no menores de 2,5 x 8 cms. de sección⁶.

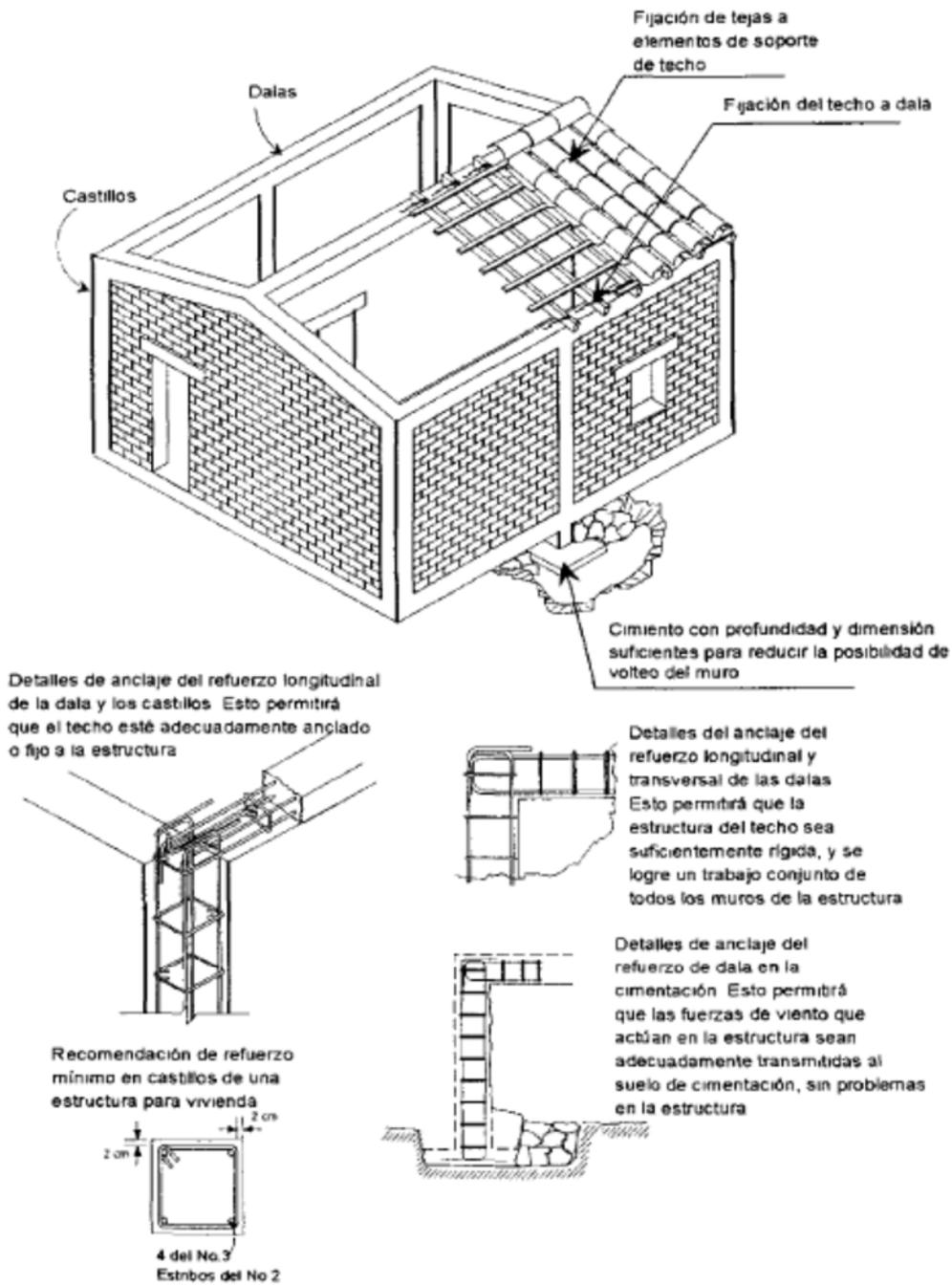


Estructuras de cubierta con correas, largueros de madera y teja árabe en Hospital España de Chinandega

Por otra parte se recomienda la utilización de mortero de cemento y arena en la fijación de las tejas, al menos cada cinco hiladas.

Asimismo, el mantenimiento de la cubierta requiere de su limpieza y puesta en valor cada año, repasando las cobijas mal colocadas y limpiando las canales de suciedades que interfieran el paso del agua.

⁶ Biblioteca virtual en salud y desastres-Guatemala - <http://desastres.usac.edu.gt>



Características generales de vivienda resistente a efectos del viento.

4.4 Instalaciones y urbanismo.

Como elementos indisolubles del conjunto de la vivienda, aparecen las instalaciones hidrosanitarias e incluso, eléctricas.

Los planteamientos actuales resuelven estas necesidades, en la mayoría de las situaciones, sobre todo en áreas rurales, con proyectos de apoyo a la construcción de viviendas, de letrización y abastecimiento de agua, con surtidores o fuentes comunitarias.

En el segundo de los casos, el planteamiento pudiera ser la única solución, en función de las cantidades de agua existentes, si bien, esta idea, es tratada y desarrollada de forma poco adecuada desde el mismo inicio del propio proyecto de abastecimiento.



Fuente comunitaria y letrina de foso simple en el departamento de Matagalpa

Asimismo, la calidad del agua se abandona, como un parámetro secundario, subordinado a la cantidad de suministro. Error técnico y de desarrollo social que debiera exigirse como condición sine qua non en la implementación de proyectos de abastecimiento de agua.

Respecto del saneamiento, al no existir agua suficiente para consumo, éste se desarrolla a través de letrinas de pozo seco, problemáticas en función del tipo de suelo donde se asiente el proyecto y, de escaso recorrido humano y ambiental. Asimismo, no se considera como elemento prioritario la evacuación de las aguas grises, ni el saneamiento como un elemento más global y de capital importancia en salud comunitaria.



Letrinas de foso simple en la comunidad M^a Jesús Olivas - departamento de Matagalpa

Por tanto, la estrategia de implantación urbana de los proyectos de habitabilidad ha de ser gestionada de forma paralela con el proyecto individualizado de construcción de las viviendas. No se trata de generar sobrecostes a los proyectos de cooperación, sino de insertarlos en una estrategia de carácter más integrador, tanto a nivel técnico como social. Este proceso generará un desarrollo global, garantizando resultados óptimos y cumplimiento de objetivos, a nivel social, sanitario y ambiental, tres de los pilares básicos de cumplimiento de los objetivos de desarrollo del milenio.

En cualquier caso, el tratamiento del desarrollo ambiental del proyecto se debiera analizar de la mano del desarrollo del proyecto de habitabilidad como un conjunto inseparable y, no aislarlo como elemento complementario del desarrollo habitacional.

Para analizar estas estrategias conjuntamente, el desarrollo urbanístico ha de vincularse ineludiblemente a estos proyectos. El enfoque requiere de un análisis pormenorizado y, la recurrente idea de que “cuantas más viviendas, mayor solución de problemas”, debe replantearse, con mecanismos, que reformulen la solución adoptada y que revisen la búsqueda de financiamiento, aportando soluciones más eficientes, habitables y sostenibles.

5. PROPUESTA PLANTEADA.

La posibilidad de planteamiento de esta propuesta abarca tantas opciones, que nuestro abordaje a la misma se ha basado en varios conceptos:

- El mantenimiento de las tipologías tradicionales.
- El cumplimiento de la normativa técnica sectorial.
- La seguridad de las instalaciones.
- El confort habitacional y térmico.
- El cumplimiento de objetivos ambientales en el proceso constructivo.

Por estas razones la estrategia de una vivienda saludable, planea sobre nuestra intervención.

La vivienda saludable alude a un espacio que promueve la salud de sus moradores. Este espacio incluye: la casa (el refugio físico donde reside un individuo), el hogar (el grupo de individuos que vive bajo un mismo techo), el entorno (el ambiente físico y psicosocial inmediatamente exterior a la casa) y la comunidad (el grupo de individuos identificados como vecinos por los residentes). Una vivienda saludable carece o presenta factores de riesgo controlados y prevenibles e incluye agentes promotores de la salud y el bienestar. En particular, la vivienda saludable cumple con las siguientes condiciones fundamentales:

- Tenencia segura.
- Ubicación segura, diseño y estructura adecuada y espacios suficientes para una convivencia sana.
- Servicios básicos de buena calidad.
- Muebles, utensilios domésticos y bienes de consumo seguros y eficientes.
- Entorno adecuado que promueva la comunicación y la colaboración.
- Hábitos de comportamiento que promueven la salud.

Asimismo, la Agenda Hábitat presentada en la Conferencia Hábitat II en Estambul en 1996 (UN-HABITAT, 1996), define las características de una "vivienda adecuada". Este concepto es similar al concepto de vivienda saludable: "Una vivienda adecuada significa algo más que tener un techo bajo el que guarecerse. Significa también disponer de un lugar privado, espacio suficiente, accesibilidad física, seguridad adecuada, seguridad de tenencia, estabilidad y durabilidad estructurales, iluminación, calefacción y ventilación suficientes, una infraestructura básica adecuada que incluya servicios de abastecimiento de agua, saneamiento y eliminación de desechos, factores apropiados de calidad del medio ambiente y relacionados con la salud, y un emplazamiento adecuado y con acceso al trabajo y a los servicios básicos, todo ello a un costo razonable. La idoneidad de todos esos factores debe determinarse junto con las personas interesadas, teniendo en cuenta las perspectivas de desarrollo gradual. El criterio de idoneidad suele variar de un país a otro, pues depende de factores culturales, sociales, ambientales y económicos concretos. En ese contexto,

deben considerarse los factores relacionados con el sexo y la edad, como el grado de exposición de los niños y las mujeres a las sustancias tóxicas⁷."

5.1 Justificación de la solución adoptada.

La propuesta consiste en un modelo de vivienda mínima flexible para un núcleo familiar de entre 5 y 8 personas, aportando un amplio confort espacial, higiénico e higrotérmico dentro de un reducido presupuesto.

La superficie cerrada cubierta es de 49,90 m² y la superficie de porche abierto al exterior de 7,49m², si bien estas superficies pueden resultar escasas para el número de habitantes, se dota a la vivienda de un patio de 17,55 m² que, con un coste de construcción mínimo, actúa zona de expansión para una mayor flexibilidad de la vivienda en función de las necesidades especiales del núcleo familiar, número de ocupantes, presencia de un micronegocio familiar, etc.

La construcción se divide en dos zonas que acotan y protegen este patio que ofrece un espacio aislado de las humedades del terreno mediante una solera de hormigón. Es en este espacio donde se plantea la cocina y la zona de lavado así como el acceso a la cabina de ducha y a la cabina de inodoro con unas condiciones de ventilación adecuadas.

Vivienda progresiva.

El patio ofrece además la opción de ampliar la vivienda en caso de que el número de habitantes sea elevado y la situación económica de la familia lo permita. Aprovechando la solera existente y la posibilidad de apoyar la estructura para cubrir el patio en las construcciones de ambos lados, se pueden obtener otros 17,55 m² de vivienda bajo techo, pasando la superficie cerrada cubierta de 43,94 a 61,49m².

Cuadro de superficies.

| SUPERFICIES ÚTILES | |
|--------------------------------|----------------------------|
| ESTAR COMEDOR | 22.52 m ² |
| DORMITORIO 1 | 9.24 m ² |
| DORMITORIO 2 | 9.24 m ² |
| CABINA 1. DUCHA | 1.47 m ² |
| CABINA 2. INODORO | 1.47 m ² |
| SUPERFICIE ÚTIL CERRADA | 43.94 m² |
| PATIO INTERIOR | 17.55 m ² |
| PORCHE CUBIERTO | 7.49 m ² |

⁷ Red Interamericana de Vivienda Saludable (Red VIVSALUD)

| SUPERFICIES CONSTRUIDAS | |
|--------------------------------|----------------------|
| SUPERFICIE CONSTRUIDA CERRADA | 49.90 m ² |
| SUPERFICIE CONSTRUIDA AMPLIADA | 68.06 m ² |

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| SUPERFICIE CONSTRUIDA CERRADA | 49.90 m ² |
| SUPERFICIE CONSTRUIDA AMPLIADA | 68.06 m ² |

Este modelo de vivienda progresiva permite acoger el grueso de la ampliación en el interior de la vivienda, conservando la forma exterior con lo que no se altera la ordenación urbanística y la estética del conjunto de viviendas que integren la actuación. En el exterior aparecerán únicamente construcciones ligeras que acojan las actividades al aire libre que se planteaban.

Materiales de construcción.

Desde las mediciones realizadas en innumerables viviendas a lo largo y ancho de Nicaragua, las conclusiones dejan claro, que la utilización de coberturas metálicas de zinc y la utilización de bloque de concreto en cerramientos exterior, sobreelevan los niveles de temperatura superficial de los paramentos interiores de las viviendas, si bien esto no influye significativamente en la temperatura del aire interior, sí afecta negativamente a los niveles de confort humano de forma notable debido al incremento de la energía transmitida por los paramentos por radiación.

Por esto, el planteamiento de proyecto, se centra en el desarrollo del mismo con materiales de procedencia arcillosa, es decir, teja árabe con apoyo de estructura de madera en cubierta y, cerramiento exterior de ladrillo cuarterón. La menor conductividad de estos materiales junto con una mayor inercia térmica hace que el comportamiento de los mismos bajo los efectos de soleamiento suponga una menor temperatura superficial interior que con otros materiales y, por lo tanto, se incremente el confort de los usuarios de la vivienda.

Planteamiento urbanístico.

El tratamiento urbanístico de la solución adoptada se ha planteado desde la generalización de las soluciones planteadas en el medio rural, es decir, implantación de viviendas unifamiliares aisladas o pareadas con parcela de cercanía. Este modelo se ha pretendido que no sea excesivamente extensivo, tratando de minimizar los costes de terreno y arropando la urbanización en un entorno que genere sinergias para con el desarrollo urbano y social, en entornos poblacionales rurales de características sostenibles, es decir, tratar de ahorrar terreno, y generar infraestructuras y servicios urbanos cercanos a la población y de mantenimiento sencillo y viable.

Respecto de la propuesta urbanística, ésta ha sido validada conforme a lo establecido en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON – 11013-04. Normas Mínimas de Dimensionamiento para Desarrollos Habitacionales.

En esta norma se define el Área de ocupación del suelo y el factor de ocupación del suelo de la vivienda.

- Área de ocupación del suelo (AOS)

La vivienda progresiva planteada tiene un AOS= 49,90 m².

La vivienda ampliada propuesta tiene un AOS= 68,06 m².

- Factor de ocupación del suelo (FOS): Relación Entre el AOS y el Área del lote

Tomamos el dato más desfavorable de vivienda ampliada y cada uno de los lotes mínimos contemplados en la normativa

| LOTE | FOS Propuesta | FOS Máximo normativa | |
|-----------------------|------------------|---|--------|
| LOTE A | 68,06/105=0,64 | (no es posible letrina en este lote) ⁸ | CUMPLE |
| 105,00 m ² | | 0,67 | CUMPLE |
| LOTE B | 68,06/170=0,40 | 0,45 | CUMPLE |
| 179,00 m ² | | 0,60 | CUMPLE |
| LOTE C | 68,06/210=0,32 | 0,55 | CUMPLE |
| 210,00 M ² | | 0,60 | CUMPLE |

Ordenación urbanística en un área teórica de 100x100m².

Al no disponer de un emplazamiento concreto se ha partido de un área teórica de forma cuadrada de 100 por 100 metros, en la que se ha realizado la ordenación de 32 viviendas, áreas comunales y áreas de circulación

- Área bruta: 100m x 100m = 10.000 m² (1 Hectárea – 1 Cuadra).
- Área de circulación: 1.837,7 m².
- Área comunal: 1.442,3 m².
- Área neta (suma de superficie de lotes): 32 x 210= 6.720 m².

Se ha tomado una superficie de lote de 210m².

La ordenación planteada contempla 32 viviendas.

Extrapolando este planteamiento y haciendo una comparativa con un área geográfica de características similares, en cuanto a la población y el territorio afectados, como puede ser el área rural de Castilla y León, establecemos la siguiente comparación: las densidades de población de Castilla y León y el departamento de Matagalpa en Nicaragua, son respectivamente 188 habitantes

⁸ La letrina viene definida en la norma Nicaragüense con unas separaciones marcadas a priori.

por kilómetro cuadrado y 219 habitantes por kilómetro cuadrado, valores éstos similares para realizar la comparativa de forma coherente.

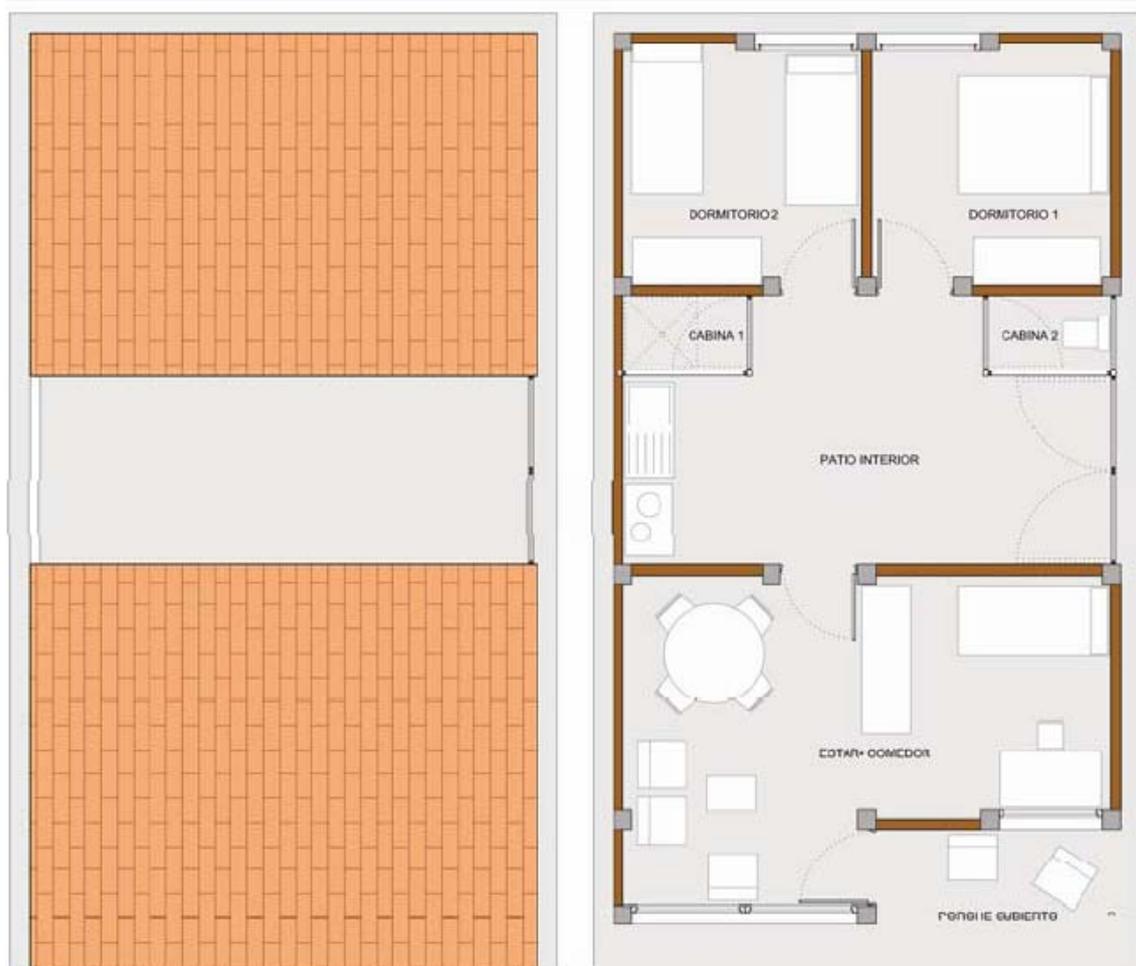
La legislación urbanística castellano y leonesa en el apartado de sostenibilidad y protección ambiental (artículo 36) establece que el planeamiento urbanístico tendrá como objetivo la mejora de la calidad de vida de la población mediante el control de la densidad humana y edificatoria, y a tal efecto se atenderá a, entre otros, los siguientes criterios y normas: en núcleos de población pequeños (similares a los de nuestra propuesta): de 10 a 30 viviendas por hectárea, y hasta 5.000 metros cuadrados edificables por hectárea.

| Área | Legislación sectorial | Viviendas/ hectárea | Edificabilidad Máxima | Espacios libres Equipamientos/ 100 m2 construidos |
|-----------------|---|---------------------|-----------------------------------|---|
| Castilla y León | LMUSCYL 4/2008 - ART:36 Sostenibilidad y protección | 10-30 viv/ha | 5.000 m2 Edificabilidad máxima | 20-30 m2/100 m2 construidos |

Desde esta comparativa se desprende que las ratios establecidas en la misma son similares al planteamiento urbano de una zona rural de Castilla y León en un desarrollo urbano nuevo, haciendo un desarrollo que es coherente con el entorno y sostenible ambientalmente hablando.

Respecto de lo sistemas urbanos no se ha diseñado como tal ninguno, sino que se apuntan unas soluciones, las cuales deberán ser analizadas in situ.

Los modelos planteados son los siguientes:



Planta de cubiertas

Planta de usos

Planta general de la propuesta realizada



Infografía general de la vivienda

DISEÑO Y DESARROLLO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN PROYECTOS DE COOPERACIÓN AL DESARROLLO EN NICARAGUA







Planta general de la agrupación de viviendas planteada

Instalaciones.

El planteamiento del proyecto resuelve la instalación a partir de otros proyectos, previos o paralelos al planteado. Se deberían garantizar acometidas de abastecimiento y saneamiento en cantidad y calidad adecuadas. La existencia de inodoro y ducha, requiere de cantidades de agua mínimas que sean suministradas desde una red de abastecimiento de agua, conforme a lo

establecido en la norma Nicaragüense (75 l/hab –día⁹), cantidad ésta, suficiente para garantizar estos estándares de cantidad de agua.

Respecto del saneamiento de aguas, el planteamiento debiera ser analizado desde una perspectiva de mantenimiento posterior, es decir, la gestión del mismo, deberá ser sencilla, sin costos y de fácil reparación. Los sistemas propuestos, pero sin desarrollar, de tratamiento de aguas pluviales mediante lagunaje y de aguas residuales en tratamiento con depuración por macrofitas o, en su caso, por medio de zanjas o pozos de infiltración, no requieren de especial atención, y los resultados finales son magníficos¹⁰.

En cualquier caso, se han planteado una letrina de pozo seco para la gestión de aguas residuales en caso de no poder implementarse el sistema de inodoro por escasez de agua y, un resumidero de aguas grises, para la gestión del agua de otro tipo, para de esta forma evitar la concentración de zonas húmedas y posibles degradaciones del terreno existente, en la zona del proyecto de habitabilidad.

5.2 Viabilidad económica y social.

Para analizar estos indicadores, hemos basado la intervención en la oficialidad de la propuesta. Para esto, el cálculo del presupuesto se ha basado en la base de precios que la Cámara de la Construcción Nicaragüense elabora, con precios estimados de mano de obra, materiales de construcción y equipos y herramientas, actualizados semestralmente. Por otra parte, estos precios han sido cotejados con el mercado real, siendo el resultado coincidente con el planteado inicialmente.

Asimismo, la ratio coste por metro cuadrado construido, obtenida de la valoración real de costes de construcción aportada por Arquitectos Nicaragüenses implicados en proyectos de desarrollo en el ámbito rural, nos indica un valor en una horquilla que oscila entre los 250US\$ y los 400 US\$ por metro cuadrado, valor éste que encaja en nuestra valoración.

Superficie construida: 68,06 m²

Coste real: 18,266.00 US\$

Ratio: 268.38 US\$/ m²

⁹ Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua – INAA.

¹⁰ Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural - INAA

Este valor, de cara a la implementación del proyecto en el terreno, se verá reducido gracias al proceso de industrialización que sufrirán el conjunto de actuaciones, así como la negociación en la compra de los insumos necesarios para el desarrollo del mismo.

Respecto del indicador de viabilidad social, nuestro análisis se ha centrado en el estudio de las tipologías de viviendas sociales existentes, de su evolución a lo largo del tiempo y de la percepción del usuario acerca de su vivienda y su realidad. Hemos realizado diferentes encuestas a usuarios en distintas zonas.



Juan Carlos Guzmán Cahuatijo, alumno del Proyecto de Innovación Educativa, realizando encuestas en terreno

El análisis de estas encuestas nos lleva a pensar en varias situaciones: la primera es la percepción de los materiales de construcción como elementos de desarrollo y crecimiento social. Esta situación se puede analizar desde dos perspectivas diferentes. Una es la valoración del bloque de concreto y la lámina de zinc como elementos indiscutibles en el ranking de construcción Nicaragüense y, otra, la de la utilización de teja en la cubrición de tejados, junto con otros materiales más tradicionales, la cual en algunas ocasiones es desestimada por el usuario, temeroso del problema que pudiera causar como consecuencia de un movimiento sísmico. Aun así, este problema no ha sido detectado como un elemento relevante en la definición de la solución constructiva. Consideramos que el trabajo en terreno por parte de mediadores y trabajadores sociales acerca de los beneficios de esta solución, ha de ser un factor de especial importancia en la inclusión social de la misma, como

elemento habitual en construcción, desechando la lámina de zinc como material de construcción en términos de viabilidad y sostenibilidad sociales, técnicos y humanos.

Por otra parte, el análisis in situ de proyectos implementados en zonas rurales, nos lleva a la conclusión de que el abastecimiento y el saneamiento, así como la solución urbanística no han sido abordados de forma integral, dejándolos ciertamente apartados y como elementos accesorios en el proyecto habitacional.

Para el desarrollo de los sistemas de instalaciones urbanas, no diseñados en este planteamiento de proyecto se han establecido unas ratios por habitante en los sistemas de abastecimiento y saneamiento de aguas. Estos debieran desarrollarse solapadamente con el proyecto habitacional y como se indicará a continuación, el costo estimado no encarece el proyecto haciendo inviable su desarrollo y, los beneficios obtenidos, conllevarán una mejor calidad de vida del beneficiario.

Estimación del costo/habitante para abastecimiento de agua potable en el sector urbano.

| Componente | Costo/habitante (US \$) |
|--|--------------------------------|
| Producción – pozo | 28.68 |
| Producción PTAP (planta tratamiento agua potable) | 83.50 |
| Almacenamiento | 11.10 |
| Redes | 63.30 |
| Conexión | 16.50 |
| Dificultad o lejanía - pozo | 23.91 |
| Dificultad o lejanía - PTAP (planta tratamiento agua potable) | 35.48 |
| | 119.58 |
| Total – pozo | 177.40 |
| Total – PTAP (planta tratamiento agua potable) | 155.06 |
| Total pozo + lejanía | 212.88 |
| Total PTAP + lejanía | 248.36 |
| Total PTAP + lejanía + dificultad | |

Estimación de costos unitarios por persona servida en alcantarillado sanitario (US \$) 10.

| CONCEPTO | Costos unitarios (US \$) | | |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | ZONA 1 Pacífico y norte | ZONA 2 Boaco y Chantales | ZONA 3 Costa Atlántica |
| Sistemas nuevos | 120 | 150 | 200 |
| Ampliación de sistemas | 80 | 100 | 133 |
| Mejoramiento del tratamiento | 18 | 23 | 30 |

El total de valoración de la implementación de su sistema de abastecimiento de agua y una de depuración, en condiciones adecuadas y suficientes ascendería a la cantidad de 459.26 US\$,

El costo total de la vivienda es de 18,266.00 US\$

El porcentaje de costos de abastecimiento y saneamiento por habitante y vivienda estimando una ocupación de seis habitantes por vivienda (Densidad Bruta: Es la relación de la población estimada del proyecto entre el área bruta expresándola en habitantes por hectárea. Debe estimarse la población a razón de 5.78 habitantes por vivienda de acuerdo al último Censo Habitacional de 1995.-NTON 11013-4) es de:

$$\% = \frac{(6 \times 459.26)}{18,266.00} = 15,08\%$$

Nuestra propuesta plantea un espacio de aseo personal en forma de ducha, un inodoro independiente de la letrina típica usada, ambos insertados en la vivienda y, una zona de cocina y lavado en torno a la cual se articula la construcción. Esta solución individualizada se inserta en una distribución urbanística que trata de recoger las aguas servidas y tratarlas en la zona central a partir de un sistema de saneamiento separativo y un tratamiento con lagunaje de aguas pluviales y con macrofitas en aguas residuales, si bien, este planteamiento debiera analizarse de forma más detallada en cada propuesta final. Otra opción, de características más sencillas de implementar, sería el tratamiento mediante pozos y/o zanjas de absorción, mecanismo éste, dependiente del tipo de suelo encontrado. Por otra parte, este desarrollo debe ir de la mano de un sistema de abastecimiento de agua potable de características óptimas en caudal, presión y calidad.



Infografía de la propuesta planteada

En cualquier caso, si la posibilidad de desarrollo de los sistemas de abastecimiento y saneamiento apuntados es inviable económicamente, se proponen dos soluciones temporales, basadas en letrinas de foso seco y resumideros captadores de aguas grises, desarrollados de forma individual o agrupada en función de la disposición urbana del proyecto.

5.3 Sostenibilidad ambiental.

El planteamiento de la propuesta habitacional se ha fundamentado en la utilización de materiales de construcción asociados al terreno. En esta valoración se ha tenido en cuenta la posibilidad de la autoconstrucción de la vivienda en conjunto y, la opción de adquisición de los materiales en términos económicos y ambientales. La construcción de estos materiales no requiere de la utilización de productos altamente contaminantes en su fase inicial como el cemento, utilizando arcillas en el desarrollo de los ladrillos cuarterones y las tejas árabes, elementos estos predominantes en la vivienda. Respecto de la estructura, el concreto armado es la solución propuesta, si bien, en futuras ocasiones se prevé analizar propuestas basadas en el desarrollo constructivo antisísmico desde materiales más naturales y flexibles, capaces de absorber tensiones de estas características sin recurrir al cemento.

En la inclusión de la propuesta urbanística, el recorrido urbano se basa en un desarrollo de calles sobre materiales terrizos y el tratamiento de aguas a partir de métodos más naturales como las lagunas y las macrofitas.

6. CONCLUSIONES FINALES.

Las soluciones que aquí se plantean, parten de una base técnico científica, si bien, el desarrollo del proyecto desde su vertiente más social no ha sido abordado con la capacidad suficiente, razón ésta que exige una revisión del proyecto antes de su implementación definitiva en el terreno. Consensuar el diseño con el beneficiario final, ha de ser un elemento a fijar por parte de la ONGD receptora del proyecto.

Por otra parte, el apoyo oficial de las instancias, instituciones y organismo públicos ha de ser buscado como elemento cohesionador y garante del resultado final. El proyecto debiera ser validado por la institución más cercana: primero el consejo comunitario y, posteriormente el ayuntamiento o municipalidad.

Respecto de las normas estatales en el ámbito de la construcción han sido aplicadas con sus requerimientos. Asimismo, se ha considerado que la aplicación de la normativa Española en el cálculo estructural y sísmico, fortalece el resultado final.

Por otra parte, las instalaciones genéricas de una urbanización rural o urbana, deben estar planteadas desde el proyecto de habitabilidad y, con nuestra aportación, este problema no ha sido resuelto en su totalidad, no por imposibilidad de medios, sino porque la definición del espacio de ubicación de la colonia de viviendas, es condición necesaria para la definición de los sistemas hidrosanitarios y, como hemos apuntado antes, estos procedimientos deben plantearse como un elemento exigible al proyecto de habitabilidad en su conjunto.

Los resultados han de ser tenidos en cuenta en el contexto en que han sido elaborados: como elementos de apoyo educativo en formación profesional y con los planteamientos elaborados en gabinete y sin testar en situaciones reales de terreno, por lo que rogamos encarecidamente su validación final, previa a la implementación del mismo.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en América Latina. Ediciones UPC
- Cooperación al Desarrollo para las Ingenierías. Una propuesta para el estudio. Agustí Pérez Foguet. Mariana Morales Lobo. Ángel Saz Carranza. Ingeniería sin Fronteras
- Tecnología para el Desarrollo Humano. A. Pérez-Foguet, M. Carrillo y F. Magrinyà. Ingeniería sin Fronteras
- HABITÁFRICA. Cuatro realizaciones de habitabilidad básica en África: Angola, Mauritania, Mozambique y Namibia.

FUNDACIÓN CEAR

- Hábitat en riesgo. Experiencias Latinoamericanas. Programa CYTED
- Manual para el desarrollo de Viviendas Sismorresistentes considerando la influencia del emplazamiento: características de suelo, geología y topografía. PNUD
- Criterios generales de construcción para hospitales, escuelas, vivienda de interés social, carreteras, agua potable y saneamiento ante los sismos, las inundaciones y los vientos fuertes. CEPREDENAC. AECID.
- Hacia una manualística universal de habitabilidad básica. Catálogo de componentes, servicios e instalaciones de muy bajo coste. Felipe Colavidas. Julián Salas. Ignacio Oteiza. - Engineering in emergencies. A practical guide for relief workers. Jan Davis and Robert Lambert.
- Directrices de habitabilidad básica poscatástrofe para optimizar el tránsito de la emergencia al desarrollo progresivo en el área centroamericana. Julián salas.
- Información y capacitación en abastecimiento de agua y saneamiento de bajo costo. Banco Mundial.
- Especificaciones técnicas (varias). CEPIS-OPS-COSUDE.
- Saneamiento y Alcantarillado: Vertidos residuales Aurelio Hernández Muñoz.
- Depuración y desinfección de aguas residuales. Aurelio Hernández Muñoz.
- La Guía de Nicaragua. Joaquín Rabella. Juan Echanove.

8. PÁGINAS WEB DE REFERENCIA.

ONGD

<http://www.amycos.org/>

<http://www.isf.es/home/index.php>

<http://www.fundacioncear.org/documentos.html>

<http://www.asfes.org/>

<http://www.builderswithoutborders.org/>

<http://www.cruzroja.es/preportada/tv/index.html>

<http://www.ifrc.org/>

<http://www.care.org/>

AGENCIAS DE DESARROLLO.

<http://www.aecid.es/>

<http://www.who.int/es/>

<http://devserver.paho.org/>

<http://www.unicef.es/>

<http://www.unhabitat.org/>

<http://www.unops.org/Espanol/Paginas/default.aspx>

<http://www.accioncontraelhambre.org/alai.php?p=1>

<http://www.worldbank.org/>

http://www.eclac.cl/cgi-bin/getprod.asp?xml=/noticias/paginas/4/21324/P21324.xml&xsl=/tpl/p18f-st.xsl&base=/tpl/top-bottom_acerca.xsl

<http://www.unfpa.org/>

<http://www.fao.org/>

<http://portal.unesco.org/en/ev.php->

[URL_ID=29008&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=29008&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

<http://www.cepis.ops-oms.org/cepis/e/cepisacerca.html>

http://www.sdc.admin.ch/es/Pagina_principal

<http://www.gtz.de/en/index.htm>

http://www.jica.go.jp/english/news/field/index_es.html

OTROS ORGANISMOS.

<http://www.cyted.org/>

<http://www.csostenible.net/>

NORMATIVA DE CONSTRUCCIÓN - BASES DE PRECIOS NICARAGUA.

<http://www.construccion.com.ni/precios/?idseccion=59>

<http://www.ccad.ws/legislacion/Nicaragua.html>

[http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/0118ADC8184E802E062572D7007CCE35?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/0118ADC8184E802E062572D7007CCE35?OpenDocument)

http://www.mti.gob.ni/docs/reglamento_construccion/primeras.pdf

INSTITUCIONES NICARAGÜENSES.

<http://www.mti.gob.ni/>

[http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/0118ADC8184E802E062572D7007CCE35?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/0118ADC8184E802E062572D7007CCE35?OpenDocument)

<http://www.marena.gob.ni/>

http://www.inifom.gob.ni/areas/Servicios_Municipales.html

<http://www.fise.gob.ni/contenido.asp?idcnt=1>

OTRAS WEB.

<http://www.google.es>

<http://maps.google.es>

<http://deburgosanicaragua.blogspot.com>

<http://www.iesenriqueflorez.es>

<http://red.fau.ucv.ve.8080/mytc/stories/3123>

9. SOPORTES Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS.

- CÁMARA DIGITAL SONY SDC-W70

Fotografías realizadas por el grupo de trabajo del departamento de Edificación y Obra Civil del IES Enrique Flórez de Burgos.

- METRO DIGITAL – LASER DISTANCER LE-100 STABILA

- TERMOMETRO DIGITAL PORTATIL CON LASER Y SONDA TERMOPAR TIPO TN 305 LC

- Ordenador de sobremesa

- PLOTTER HP DESIGNJET 500

- IMPRESORA A3 - HP COLOR INJET CP 1700

- ESCÁNER A3 – EPSON GT -15000

- SOFTWARE DE DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR

AUTOCAD 2009

3D STUDIO

- SOFTWARE DE OFIMÁTICA

MS OFFICE 03 (ms Word, ms Excel, ms Power Point)

- SOFTWARE DE MEDICIONES Y ALORACIONES DE OBRA

PRESTO 8.6

- SOFTWARE DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

CYPE 2007.1

- SOFTWARE DE LECTURA

ACROBAT ACROBAT 8 PROFFESIONAL

10. AGRADECIMIENTOS.

Nuestro más sincero agradecimiento a Jesús, Director del IES Enrique Flórez por el apoyo al proyecto desde el inicio, a Ignacio, presidente de Amycos, también por el apoyo que nos ha dado, a todos los alumnos participantes en el proyecto y a todas aquellas personas Nicaragüenses y de todas las nacionalidades que nos han ayudado en nuestro viaje. Gracias a Azucena, a Damaris, a Pancho, a Indiana, a Esther, a Miguel, a Maykelis, a Gundel, a Jan, a Paul, a Kiko, a Fran y a todos los que nos han echado una mano.

Gracias a todos