FORMAS DE HABITAR Y CONSTRUIR

EN EL ALTIPLANO MARQUENSE

Ciudad de Guatemala, 9 de enero de 2012

raq
taller de arquitectura
ricard hernández martín
españa-holanda-guatemala

Programa Conjunto "Reducción de vulnerabilidades para contribuir al desarrollo rural en cinco municipios de las cuencas de los ríos Coatán y Alto Suchiate en el Departamento de San Marcos"

Organización Panamericana de la Salud
Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

PNUD

FAO
FIAT PANIS

Índice

La vivienda tipo marquense

- **Consideraciones histórico-sociales relativas al hábitat**
- **Consideraciones climáticas**
- **Consideraciones sísmicas**
- **El arquetipo marquense: arquitectura modular**
- **Organización del lote: consideraciones sobre salubridad y pertinencia cultural**
- **Decoración**

Materiales y técnicas de construcción

- **Procesos de autoconstrucción *versus* procesos modernos de construcción**
- **Materiales utilizados en las construcciones rurales**
  - **Madera**
  - **Tierra**
  - **Block de concreto**
  - **Lámina de zinc**
  - **Materiales naturales de cubierta**

Propuestas

- **Complementando la arquitectura modular**
- **Materiales y técnicas**
  - **Adobe-terracreto sismoresistente**
  - **Bambú: el nuevo bahareque**
  - **Block de concreto con inercia térmica**
  - **Sistemas de techo**
  - **Utilización de residuos**
  - **Pintura y decoración**
  - **Luz**
- **Tecnologías apropiadas**
  - **El ciclo del agua**
  - **Estufa mejorada-mesa-calentador de agua**
  - **Sistemas energéticos pasivos: el invernadero y el muro trombe**

Desarrollo de actividades productivas locales: empoderamiento

El presente documento pretende sistematizar lo observado y analizado durante diversas visitas de campo realizadas con el equipo del PC durante los meses de noviembre y diciembre de 2011 respecto una serie de factores que influyen en el hábitat construido en los cinco municipios objeto del PC, entre ellos: aspectos tipológicos, sociales, climáticos, culturales y constructivos.

El objetivo es identificar soluciones que puedan mejorar las condiciones de las viviendas para lograr llevar una vida digna, obteniendo un hábitat saludable, seguro y productivo, utilizando sistemas constructivos óptimos para las condiciones específicas del lugar.

Así, el documento consta de una primera parte descriptiva sobre lo existente y una segunda parte propositiva. Ésta no pretende ser un catálogo de soluciones cerrado, sino que pretende dar pautas a seguir y consideraciones a tener en cuenta, tanto por especialistas ejecutores de proyectos, como por los mismos habitantes que, tras el cierre del proyecto, van a seguir ampliando sus viviendas o construyendo las de sus familiares.

La vivienda tipo marquense

Consideraciones histórico-sociales relativas al hábitat

Varios investigadores sostienen que el origen del pueblo Mam no son los Mayas, sino los Mixe-zoques. Estos migraron y se dividieron respectivamente en Olmecas en la zona del Pacífico y Mayas en el Yucatán, fundando las ciudades de Palenque, Uxmal y Tikal. En cierto momento, éstos migraron hacia el pacífico y se encontraron a los Olmecas en Zaculeu (llamada entonces Xinabajul). Los habitantes allí se hacían llamar “los abuelos”, significado de la palabra *mam*, como hecho diferenciador ante los K’iché, ante los cuales no se quisieron doblegar.

La zona que nos ocupa del altiplano marquense fue una zona de baja ocupación e influencia mam. El centro de poder político era Zaculeu, ubicado a más de 80 km en línea recta de Comitancillo, el que podíamos considerar el centro cultural más cercano a las tierras del PC. Era una zona verdaderamente marginal y deshabitada, pues en la travesía de los conquistadores españoles entre Malacatán y Zaculeu ni se nombra.

El pueblo Mam se distribuyó en los valles y cuencas donde abundaban los suelos fértiles y los climas templados. De hecho, la ocupación de las zonas altas del altiplano marquense, incluyendo los municipios que forman parte del PC, no se dio hasta bien entrado el siglo XX y fue desencadenada por una serie de factores sociales.

Primero está el fenómeno de migraciones a principios de siglo vinculadas a la revolución mexicana de 1910, lo cual provocó un éxodo en busca de mejores oportunidades de vida, ya que la situación del campesinado en Guatemala había empeorado enormemente desde la política de Justo Rufino Barrios de expropiación de tierras comunales para dárselas a finqueros. Las familias emigradas a México volvieron en parte cuando estalló la plaga de oncocercosis, sobretodo a las zonas altas del departamento, que estaban libres de la enfermedad. Pero los mames que volvieron ya habían perdido la mayor parte de su identidad indígena, que de por sí ya era poca en la zona, pues la revolución mexicana supuso un proceso de homogenización cultural a través de la educación estatal, que promovió el uso del español y el culto a la virgen de Guadalupe por encima de los cultos politeístas y las lenguas autóctonas.

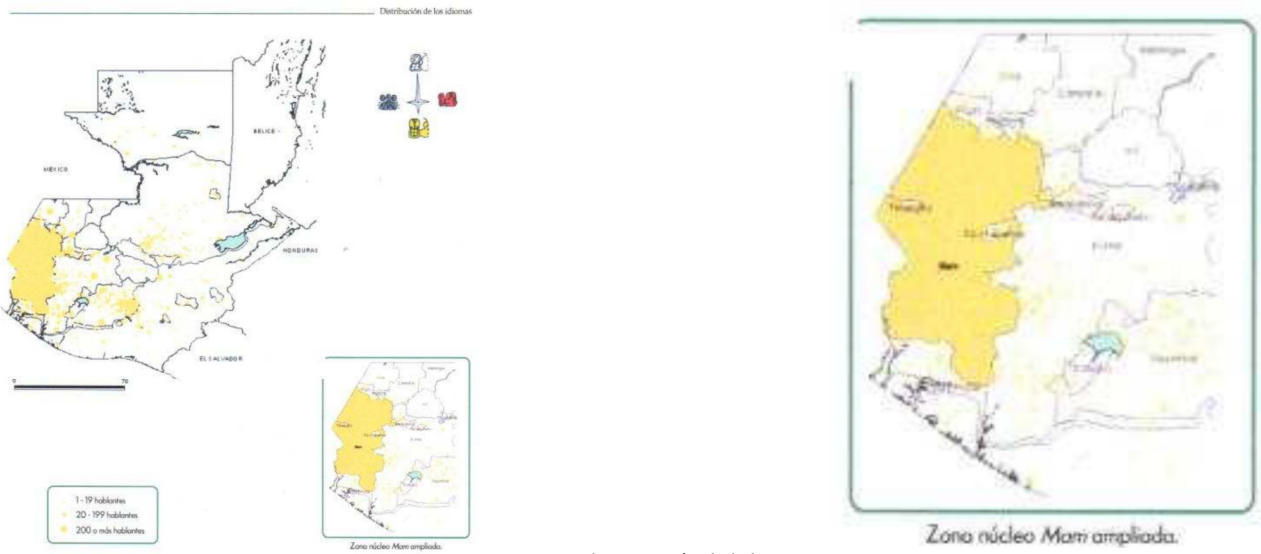
Posteriormente se sumó la migración en los años 60 al principio del conflicto armado provocada por la política contrainsurgente. La posterior presión militar provocó una fuerte emigración de refugiados (26% de los refugiados venían de San Marcos) que en parte volvieron a finales del siglo XX, pero que en muchos casos dejaron grandes lazos (familiares y amigos) en México. Los que volvieron, despojados de sus posesiones, se vieron forzados a ir a ocupar las tierras que tradicionalmente habían quedado deshabitadas por las duras condiciones climatológicas y por la baja fertilidad de los suelos.

San Pedrito, San José Ojetenam. 3500 msnm

Nos encontramos pues, en un territorio tradicionalmente de influencia Mam, pero habitado recientemente por un grupo poblacional, que si bien es mayormente descendiente de los pobladores originarios indígenas mames, habría que considerarlo desde el punto de vista cultural como ladino o incluso mexicanizado, exceptuando a ciertas comunidades especialmente de Tajumulco e Ixchiguán, y a los habitantes más ancianos, los cuales aún conservan aspectos culturales como los trajes o la lengua.

Esta ladinización se ha acentuado por la falta de estatus del propio idioma, consecuencia del estado monocultural, el cual se cree a menudo un obstáculo para conseguir mejores expectativas de vida y poder desenvolverse mejor en la ciudad cabecera y en la capital. A eso se suma que el grupo ha tenido que modificar su organización por las condiciones de extrema pobreza y los cambios políticos y religiosos recientes en el país.

Todos estos factores sociales han contribuido a la manera en que los marquenses del altiplano habitan, pero probablemente, el fenómeno de la transnacionalización es el que más ha contribuido a una nueva "cultura del habitar" en el altiplano marquense. Tanto los temporeros que van regularmente a México para complementar ingresos de su agricultura de subsistencia o los emigrantes que van a los EEUU en busca de un progreso socioeconómico mayor (10% proveniente de San Marcos), han influido en la cultura y entonces también en la manera de construir y decorar, introduciendo ciertos cambios mestizantes. Aun así, la manera de habitar del campesino, ya sea por tradición o por el método de "copiar" al vecino, es visiblemente uniforme, como veremos más adelante.



Mapa de expansión de la lengua Mam

Consideraciones climáticas

Otros factores que sin duda influyen en el habitar, son los climatológicos. Según el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH, la clasificación de la región climática en la que se encuentran los cinco municipios es de MESETA Y ALTIPLANOS. Allí, el paisaje montañoso contribuye a una gran variabilidad de condiciones microclimáticas, ya que las elevaciones a las que se sitúan las comunidades oscilan entre los 1500 msnm de Sibinal y los 3500 msnm de la parte alta de San José Ojetenam. En estas cuencas existen climas que varían de *semifríos* a *muy fríos*, dependiendo de la altura y la época del año, especialmente por las noches. La gran diferencia térmica entre el mediodía y la noche, sumada a la presencia de heladas afecta gravemente a la salud de las personas, las cuales sufren de enfermedades respiratorias.

A ello se suma la influencia que la presión demográfica ha tenido y tiene sobre el clima, principalmente por la deforestación, ya que los suelos de la zona son de vocación forestal y no muy aptos para la agricultura.

Cerros deforestados. En la imagen se aprecia una falla en el cerro

A pesar que las lluvias no son tan intensas, la región es afectada regularmente por el paso de tormentas tropicales que afectan a la población más vulnerable. En algunas partes altas, en los meses secos hay escasez de agua, sobretodo en años con temporadas secas prolongadas.

Es extraño que, ante las condiciones extremas que nos encontramos en las partes altas, no se observan sistemas constructivos o soluciones arquitectónicas diferentes de las que se encuentran en partes más bajas de los municipios con la finalidad de adaptarse a las condiciones de frío, viento y humedad. La lectura que podemos hacer es que probablemente este hecho se debe a la relativa joven ocupación del territorio.

Algunas consideraciones generales claves para una buena construcción de los edificios en este clima serían:

- Ubicación de las viviendas en las áreas más abiertas al sol, evitando la sombra.
- Paredes gruesas y macizas para conseguir la inercia térmica necesaria para que no se pierda el calor interno. Algunos de los materiales más indicados por sus características son el adobe, la piedra y la madera, los cuales contribuyen a un mejor control higrotérmico del espacio interior.
- Techos con inclinación de mediana a alta para la rápida evacuación del agua.
- Utilización del tapanco para formar un colchón de aire entre el tejado y el espacio habitable, el cual debe tener una altura no muy alta para evitar la sensación de “pies fríos-cabeza caliente”, por la acumulación del aire caliente en la parte superior del espacio.
- Utilización de ventanas pequeñas en la fachada norte para minimizar las pérdidas térmicas y ventanas grandes en la fachada sur para aprovechar la ganancia térmica solar, provocada por la incidencia del sol en el piso durante la mañana y el mediodía, la cual es posteriormente irradiada en el transcurso del día.

- Protección de la vivienda contra los vientos fríos (generalmente del norte) con vegetación o barreras de tierra.
- Aislamiento del piso contra el frío y la humedad del suelo.

Consideraciones sísmicas

Dada la ocupación relativamente reciente de esos lares, es difícil determinar el impacto de un terremoto de gran escala en la situación actual, donde el territorio se ha densificado más (poblacionalmente hablando), cosa que ha provocado fenómenos de deforestación, los cuales pueden haber aumentado la inestabilidad de diversos cerros (ver imagen anterior).

No hay datos de qué cantidad de edificaciones se vieron afectadas en la zona durante el terremoto de 1976, que a pesar de ser de 7.6° de intensidad según la escala Richter, tuvo su epicentro lejos de la zona, en Gualán, Zacapa. Aun así, se ven algunas construcciones mayores de 35 años realizadas con adobe y madera que sobrevivieron el sismo.

Por lo general, a excepción de las construcciones de piedra que se aprecian robustas, el resto de construcciones examinadas en las visitas de campo levantan dudas sobre su estabilidad frente a sismos fuertes.

En el caso de las ***construcciones de adobe***, se aprecia el conocido proceso de olvido de la memoria histórica del buen construir, unido a la cada vez más falta de recursos por las condiciones de pobreza extrema de la población, lo que ha provocado que las construcciones se han ido realizando cada vez más con paredes menos gruesas y con un espacio entre ladrillos (la sisa) cada vez más grande. Esto disminuye la resistencia ante los sismos drásticamente, al hacer el muro menos cohesionado, sobretodo si no se aplican medidas sustitutivas de la estabilidad como estructuras arriostrantes.

Muros de adobe con sisa superior a 1 pulgada

Además, se aprecia que en algunos sitios la tierra es demasiado arenosa, y esto no se ha compensado con la mejora de la mezcla con un elemento cohesionante como el cemento, lo cual provoca la disgregación del adobe. En casos en que el barro se mezcla con elementos vegetales para aumentar la cohesión, se utiliza habitualmente hoja de pino, la cual no es indicada, pues al secarse, se hace quebradiza y pierde su función. Aun así, pero que es lo que la gente encuentra más a mano en los bosques a esa altura y no es un producto, como la avena, que se utiliza para alimentar al ganado.

A eso se suma que por falta de medios, las construcciones mayoritariamente no se repellan, lo cual contribuye al deterioro de muchas casas por la humedad. Otras deficiencias que se aprecian en las visitas son la baja calidad de los cimientos, que incluso a veces se observan expuestos al aire por la erosión del terreno.

Cimientos expuestos al aire por erosión

Para evitar todas estas deficiencias habría que capacitar en buenas prácticas constructivas para la construcción de viviendas de adobe sismoresistentes con principios básicos de ubicación, geometría, proporciones, localización de las aberturas y arriostramientos. Para ello existen manuales completos de comunicación popular que sería ideal distribuirlos en las comunidades.

En el caso de las de ***construcciones de block*** de concreto, como en el resto del país, en las construcciones no realizadas por mano de obra especializada se ven fallos en la ejecución de los refuerzos de concreto armado, principalmente en el recubrimiento insuficiente de las armaduras. Estos arriostramientos son los que garantizan la estabilidad de la construcción frente a un sismo, es por ello que es importante incidir en las buenas prácticas constructivas.

Un aspecto constructivo que se ha mantenido con el paso de los años y que otorga una mayor resistencia al sismo es la utilización de techos ligeros de 4 aguas, que evita la construcción del tímpano lateral, especialmente inestable durante un sismo si este no es ligero. Según los lugareños, las 4 aguas se consideran como la solución más apta al lugar por cuestiones de resistencia a los vientos fuertes que campan ascendentemente por los valles, además de la creencia que son más baratos de construir que un techo a 2 aguas.

Las cubiertas a 4 aguas han pervivido los cambios de materiales

En el terremoto de 1976, la principal causa de muerte en las viviendas rurales fue el desplome del techo de madera y tejas cerámicas sobre los habitantes, porque las paredes, al no estar bien arriostradas, cedieron ante las fuerzas horizontales sísmicas. Hoy en día, teniendo en cuenta que casi la totalidad de las viviendas se construyen con techos ligeros, y que los muros en el área rural no acostumbran a superar los 190 cm de altura, el peligro de muerte por aplastamiento es significativamente menor. Se podría afirmar que hoy en día, el hecho que las construcciones están a menudo ubicadas en zonas de riesgo, cerca de taludes de tierra que podrían derrumbarse sobre la casa, o sobre

barrancos que podrían deslavarse, es el principal factor de riesgo donde hay que incidir, ya sea en la elección del sitio de construcción o en la planificación de medidas de mitigación.

El arquetipo marquense: arquitectura modular

Como se ha constatado en las visitas de campo, en el altiplano marquense las principales actividades del habitar se realizan en casi un 95% en dos módulos: el módulo cocina y el módulo habitación, alrededor de los cuales se encuentran otras pequeñas construcciones, como el chuj (sauna típica Mam), la letrina, la bodega, el aprisco y las galeras.

Según varias investigaciones, la organización espacial familiar campesina maya ya se dividía desde antes de la época posclásica en tres estructuras principales separadas: el dormitorio, la cocina y la bodega, eventualmente acompañadas de otras estructuras como talleres, baños o saunas.

Tal es el arraigo de esta solución organizacional que, en familias de escasos recursos que no pueden construir nuevos módulos para los hijos mayores que se casan, se da el caso que varias generaciones y subnúcleos familiares comparten dormitorio y cocina, en vez de dividirse el espacio, por ejemplo, utilizando un módulo cada subnúcleo para uso mixto de cocina y dormitorio.

Los dos módulos principales: cocina y dormitorio

Parece contraproducente salir de este patrón sin deseo expreso de la familia participante del PC, ya que en algunos sitios se observan soluciones habitacionales de FOGUAVI, donde la cocina y el dormitorio están integrados bajo un mismo techo, las cuales permanecen vacías, infrautilizadas o son utilizadas como bodega por los habitantes, que continúan habitando sus módulos.

En general, han persistido otras características de las edificaciones que tienen que ver con la forma de vida campesina, como la poca ventilación y luz de las estancias, ya que éstas eran usadas para dormir y guardar pertenencias y el resto de día transcurría en el exterior. Hoy en día, sobretodo desde el punto de vista de la salubridad y porque también se realizan otro tipo de actividades de interior ya que nos encontramos en un clima más frío, se hace necesario incidir en estos aspectos.

Módulo cocina

El módulo cocina consta de un espacio diáfano que tiene como elemento central la estufa. Por lo demás, el equipamiento suele ser una alacena para guardar algunos alimentos y algunos utensilios de cocina colgados normalmente de las vigas del tapanco. A menudo hay también una mesa, pero muchas veces ésta no se encuentra por falta de recursos y tan sólo hay sillas o bancos que se utilizan para sentarse alrededor de la estufa.

Interiores de cocina donde se aprecia la estufa y el mobiliario

El tapanco es en la cocina un espacio importante, ya que tiene funciones de almacenamiento postcosecha, de leña e incluso de herramientas. Por la falta de iluminación natural y ventilación, sumado a deficientes chimeneas de las estufas, este suele ser un espacio sucio por el hollín, que combinado con la presencia de alimentos, se convierte en un sitio lleno de vectores del tipo roedor.

Leña guardada en el tapanco

El estado de conservación de las cocinas suele ser peor que el del módulo habitación, ya que parece ser que las familias invierten antes en éste cuando tienen recursos para mejorarlo.

Módulo dormitorio

El módulo dormitorio, al igual que el módulo cocina, acostumbra a ser un espacio diáfano, en el mejor de los casos dividido espacialmente por armarios o cortinas para obtener un mínimo de privacidad entre las camas.

Desafortunadamente, los niveles de hacinamiento son grandes, incluso llegando al extremo donde 3 ó 4 hermanos comparten cama, o incluso donde hay sólo un lecho por cada subnúcleo familiar. Estas condiciones conllevan, además de a diversos problemas de violencia sexual intrafamiliar, a un desarrollo temprano de la sexualidad de los niños, al tener que estar presentes en el mismo espacio que los adultos mientras mantienen relaciones sexuales.

Así como en el módulo cocina, acostumbran a haber pocas o ninguna ventana ni entrada de luz cenital a través del techo para una correcta ventilación e iluminación del espacio, lo que incide en la presencia de enfermedades respiratorias de los habitantes.

Interior de un módulo dormitorio. 3 camas para 8 miembros

Otro elemento que está también presente es el tapanco, en este caso con la función de colchón térmico entre el tejado de lámina y la estancia, además de como espacio de almacenamiento. En algunos casos de familias numerosas se aprecia que se ha convertido en una pequeña habitación para niños.

Otras actividades

Las actividades relativas al aseo personal o la limpieza de ropa-alimentos se realizan principalmente en el exterior de los módulos, ya sea de forma adyacente o exenta.

Casi la totalidad de las viviendas disponen de una letrina separada de la vivienda entre 10 y 30 metros, que se traslada cuando el hoyo de deposición de las heces está lleno.

En el caso de la pila, un estimado del 80% de las viviendas dispone de una pila formal, utilizando el resto una piedra con un chorro o un baño de plástico.

El aseo personal se realiza aproximadamente en un 60% dentro del chuj (temascal) y en el resto de los casos dentro de la cocina, cerca de la estufa, donde se calienta el agua, o en el espacio entre módulos, más o menos abierto a las condiciones meteorológicas exteriores.

En el apartado **Propuesta**, se plantea la realización de un nuevo módulo: el módulo saneamiento, que pretende incluir estas actividades relacionadas al agua, además de nuevas tecnologías para un desarrollo óptimo del hábitat familiar.

Organización del lote: consideraciones sobre salubridad y pertinencia cultural

En las visitas de campo realizadas se observa cómo los lugareños han organizado su lote en función principalmente de la orografía, la cual es determinante en la disponibilidad espacial para la distribución de los módulos, así como su tamaño y proporción. Una vez ubicados los módulos dormitorio y cocina, se disponen el resto de edificaciones secundarias, como

la letrina, el chuj, las galeras, los apriscos, las bodegas y los gallineros, encajándolas en el resto del lote, principalmente bajo una lógica productiva campesina.

Lamentablemente, la falta de espacio en algunos lotes provoca situaciones de insalubridad debido a la poca distancia entre dependencias para animales o letrina y la vivienda propiamente dicha. Otro factor preocupante es el uso de letrinas tradicionales y el vertido de las aguas grises de la pila directamente sobre el terreno, acciones que provocan la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, en una zona donde los nacimientos de agua superficiales abundan.

Las pilas suelen verter las aguas grises directamente sobre el terreno

Desde el punto de la pertinencia cultural, es importante señalar que tradicionalmente, entre los mames, hay una relación entre el uso colectivo de los espacios de la vivienda y algunas prácticas rituales. En familias grandes, las labores agrícolas, la distribución de edificaciones de hijos en el mismo solar familiar o la distribución de subfamilias dentro de las propias viviendas, suceden en espacios delimitados entre herederos de la línea paterna. Esta manera colectiva de delimitar el espacio se observa también en la manera en que los patriarcas relatan los lugares en donde realizan el ritual de “sembrar los ombligos de sus hijos”, o donde ubican el pozo de las “cruces de la descendencia”, así como sucede aún hoy en día en la disposición de los restos mortales (contigua o superpuesta) de las tumbas de los parientes consanguíneos en los cementerios.

Es importante, por tanto, durante la realización de los planes participativos con familias indígenas, tener en cuenta estos aspectos a la hora de ordenar su lote.

Decoración

La arquitectura vernácula se caracteriza entre otras cosas por su simplicidad, con pocas muestras de decoración. Aun así, son visibles varias manifestaciones en el altiplano marquense, las cuales tienen diversos orígenes.

Desde la conquista española, la cultura maya se ha ido transformando sincréticamente con todas las influencias que ha ido recibiendo. Sin embargo, en San Marcos, por el aislamiento que se había mantenido hasta bien entrado el siglo XX, la influencia católica había sido mínima y se conservaban más prácticas religiosas prehispánicas en comparación con otras regiones del altiplano de Guatemala.

La religión siempre ha sido un elemento central dentro de la vida de los campesinos mames, vinculada sobretodo a ritos agrícolas. Elementos cristianos se mezclan con aspectos naturalistas, politeístas y dualistas. Cada cerro, montaña, río o accidente natural tiene su nombre y un espíritu. Los sacerdotes mayas en sus ceremonias pedían la ayuda o la buena

voluntad de estos espíritus, integrando espacio con la vida y los ritos. La tierra y todos sus accidentes estaban vivos y participaban espiritualmente en la vida de los hombres.

El posterior sincretismo ha influido en todos los aspectos de la vida: en lo religioso, las costumbres, las ideas, y en este caso, también en la decoración. Este sincretismo es mayor en los municipios con más presencia indígena, como Tajumulco e Ixchiguán, que en 2002 tenían un porcentaje superior al 80% de población indígena, muy por encima de Tacaná, que tenía alrededor del 15%, Sibinal con un 7,5% o San José Ojetenam, con tan sólo un 1%.

Por ello, es difícil saber el origen de uno u otro símbolo o imagen. En la zona se mezclan procesos de "copia del vecino" y de "arquitectura de remesas", las cuales son construidas en base a fotografías que emigrantes envían junto con las remesas para la construcción de la casa familiar. Estos procesos de copia se ejemplifican en los motivos geométricos presentes en templos mayas, imágenes y símbolos religiosos cristianos, o incluso escenificaciones de la naturaleza.

Ahora bien, entre tanta variedad de símbolos de distinto origen, hay un elemento común en todas las edificaciones: la decoración se concentra en el área de porche o pasillo, ya sea en las columnas (base, tallo o capitel), las puertas o en el cieloraso del porche. En las edificaciones de remesas con techo plano de concreto, la decoración se concentra además en el frontón de la losa, tomando regularmente formas grecadas.

Decoraciones en columnas de madera y bases de piedra

En cuanto a los colores, así como la arquitectura vernácula o no se pinta por falta de recurso, o se pinta blanca por utilizar pinturas tradicionales a base de cal, en las nuevas construcciones, sobre todo las de block, se encuentran a menudo pintadas de los más variados colores.

Las nuevas construcciones de block mantienen los elementos decorativos en el porche, resaltando el remate de la losa con formas grecadas. A la derecha, una foto del templo de Uxmal.

Don Lauro (izquierda), mostrando las decoraciones de su casa. Representaciones de volcanes sagrados y la virgen de Guadalupe se mezclan sincréticamente, si bien, a veces exentas de su contenido religioso-espiritual.

Puertas de tableros pintadas

Materiales y técnicas de construcción

Procesos de autoconstrucción *versus* procesos modernos de construcción

Antes de pasar a la parte descriptiva de los diferentes materiales con los que se construye en los municipios de PC, conviene diferenciar entre dos tipos de fenómenos constructivos que se dan también a nivel del país.

Primero, la pervivencia de una tradición de arquitectura autoconstruida, normalmente sin maestros de obras, con el conocimiento transmitido de generación en generación y que no requiere de mano de obra especializada. Esta arquitectura usa principalmente los materiales del lugar: tierra, piedra y madera; materiales que son abundantes, baratos y en el caso de la madera, renovable.

Desafortunadamente, este tipo de construcción se asocia negativamente a la pobreza y la elección por un tipo u otro de material se convierte en una cuestión de estatus, olvidando las ventajas de carácter ecológico, económico y cualitativo,

así como el hecho que las técnicas han sido el resultado óptimo de un proceso de ensayo-observación-error aplicado por múltiples generaciones que habitaron el lugar.

El segundo fenómeno son los procesos que se están dando desde el terremoto de 1976 con la reconstrucción a gran escala que sufrió el país: “la arquitectura de block de concreto y lámina” y la denominada “arquitectura de remesas”, las cuales plantean unas construcciones que responden a una lógica mercantilista (económica o de estatus) más que no a una lógica de adaptación al clima, sus ocupantes y la cultura. Este tipo de procesos de construcción modernos, que eran comunes en los núcleos urbanos, gozan en los últimos años de un alto estatus generalizado en toda la región centroamericana, incluso en el campo, en detrimento de la arquitectura vernácula. En el altiplano se aprecian principalmente cerca de la carretera principal y en los núcleos semiurbanos, donde las familias acostumbran a tener un nivel adquisitivo algo mayor.

Arquitectura de remesas

Materiales utilizados en las construcciones rurales

La presente investigación sobre materiales y técnicas parte de la premisa que la base una arquitectura bien adaptada al sitio donde se construye, se basa en la observación de la arquitectura vernácula y técnicas ancestrales utilizadas en la región, y plantea mejoras para adaptarse a las exigencias actuales de sus habitantes.

Tradicionalmente este tipo de arquitectura se basa, no en procesos mercantilistas, sino en la lógica de los recursos disponibles y la optimización del consumo energético para producir dichos materiales, los cuales fomentan la protección de los recursos naturales al utilizar mayormente los recursos renovables.

Para conformar y transportar estos materiales se consume poca agua y energía eléctrica o calorífica, es por ello que también se suelen llamar materiales de baja intensidad energética.

A continuación se enumeran una serie de materiales observados en las visitas de campo y se revisan las viejas prácticas de la arquitectura vernácula, además de los materiales industriales, para luego intentar combinar las ventajas de unos y otros:

Madera

La madera puede considerarse unos de los materiales de construcción más sustentables que existen, bajo la condición que se maneje como cultivo y vaya acompañada de la reforestación de las especies taladas. Además de ser un material biodegradable y renovable, no genera apenas contaminación en su procesamiento: para procesar una tonelada de

madera de forma industrial se emiten sólo 350 kg de CO_2 (el valor es casi negligible si la madera procede del bosque comunal y es cortada en el mismo sitio de construcción).

En el pasado se utilizó en la región en algunos casos como material de construcción integral para estructuras, paredes y techos (tejamaniles), pero la creciente deforestación de los bosques comunales, y especialmente la desaparición del pinabete, especie adecuada para los tejamaniles, hace desaconsejable promover su uso actual masivo en viviendas, a pesar de sus ventajas de aislamiento, calidad del espacio interior, rapidez constructiva, ligereza y flexibilidad ante sismos. Actualmente se sigue utilizando para la estructura de vigas que sustenta el tapanco y el techo, y suele ser un elemento costoso para las familias más pobres, ya que ahora no puede obtenerse del lugar.

Casa con muros y cubierta (tejamaniles) de madera

Ahora bien, sí que sería adecuado promover su uso limitado para puertas y ventanas, acompañado con un programa de concienciación para la reforestación (ver apartado **Desarrollo actividades productivas locales: empoderamiento**), ya que las emisiones de CO_2 para procesarlas de aluminio (4500 kg de CO_2 por tonelada) o de acero (2000 kg de CO_2 por tonelada), son muy superiores que las producidas para fabricarlas con madera, sobretodo si se suman las emisiones de transporte, o se tienen en cuenta la utilización de productos químicos tóxicos necesarios para su manufactura.

Hay un aspecto aún a destacar de la madera: al final de su vida útil puede quemarse para la obtención de energía sin que ello suponga una emisión de CO_2 mayor al CO_2 almacenado (efecto carbono neutral). Es por ello que es una buena alternativa a la quema de combustibles fósiles.

Tierra

La tierra, ya sea conformada en ladrillos de adobe o confinada en una estructura de madera o bambú (bahareque), posee unas características que la hacen ideal como material de construcción para muros en climas fríos como en el que nos encontramos en los municipios del PC.

Esto se debe a que por su gran masa, se obtiene una gran inercia térmica que regula los cambios de temperatura bruscos entre el día y la noche, dejando traspasar el calor paulatinamente con un desfase horario que permite que en horas sin sol, se pueda notar la irradiación de la tierra calentada al espacio interior.

Otra de las ventajas reside en que es un material abundante en muchas comunidades y como consecuencia, existe una tradición constructiva que contribuye favorablemente a su aceptación y permite, bajo algunas mejoras necesarias para una correcta construcción resistente al sismo, su replicabilidad una vez el PC haya finalizado su presencia en la región, también por mano de obra no calificada. El hecho de ser un material abundante, incluso en los propios lotes de las familias, supone una ventaja añadida desde el punto de vista económico.

Una desventaja que tiene es que ha perdido estatus frente a otros materiales prefabricados como el block de concreto, sobretodo después del terremoto de 1976, ya que se difundió la idea errónea que las casas de adobe eran inseguras. El problema reside en la desvirtuación de los principios constructivos que garantizan la estabilidad frente a un sismo, y no tanto en el material en sí.

Casas de adobe y de bahareque

En cuanto al mantenimiento, hay que tener en cuenta unas consideraciones en el diseño y ejecución de la edificación, especialmente en los aleros que protegen a los muros de la lluvia. Para evitar una rápida degradación es importante repellar los muros con una mezcla de tierra y cemento, la cual permite mantener una de las características más importantes del adobe: la capacidad de control higrotérmico de los espacios interiores a valores casi constantes (50% de humedad y 15°C), lo cual hace más fácil calentar el espacio en comparación con sitios donde la humedad llega a niveles de 80% o más.

Por estas características, es conveniente no repellarlos con un mortero de cemento. Éste es impermeable, además de demasiado rígido y quebradizo, lo que a la larga, por la acción de la humedad que no puede migrar dentro del muro, acabará desprendiéndose. Tampoco es aconsejable pintarlo con pintura de aceite por las mismas razones, sino que conviene utilizar mezclas con cal.

Un factor de vital importancia que conviene tener en cuenta para la obtención de buenos ladrillos es la composición de la mezcla de arcilla y arena. Si el material disponible no es lo suficientemente cohesionado se debe recurrir al cemento en una proporción del 10% para garantizar dicha cohesión. En este caso, la mezcla se denomina terracreto.

Así como con la madera, se necesita poca energía para construir un muro de tierra. La fabricación de los ladrillos no requiere de más energía que la humana para hacer la mezcla y conformarla, ya que se secan al sol y no en un horno. Una excepción son los ladrillos de terracreto, donde habría que contabilizar la energía y emisiones para la fabricación del cemento (400 kg de emisiones de CO_2 por tonelada) y su transporte. Exceptuando esto, el adobe o bahareque no es contaminante durante todo su ciclo de vida, los ladrillos son reutilizables en nuevas obras ya que el material de sabieta es lo suficientemente flexible y plástico para ser retirado sin romper los ladrillos, y finalmente, se pueden desechar en el medio sin mayor problema por ser inertes.

Piedra

La piedra la encontramos utilizada como material de construcción en varias formas y proporciones, dependiendo de la comunidad, pues en las comunidades situadas a mayor altitud es el material más abundante y a falta de buena tierra se utiliza incluso para viviendas enteras.

Dada su alta resistencia se ha utilizado en casi todas las construcciones como cimiento, combinada o no con concreto, dependiendo de la forma de las piedras y de la disponibilidad económica de la familia.

El material es muy valorado localmente por su imagen de durabilidad y estabilidad (también al sismo), así, una vivienda de muros de piedra alcanza un estatus mayor que una de adobe o block, probablemente hecho también vinculado al esfuerzo en tiempo y energía humana que requiere levantar un buen muro de estas características. Además, se requiere de mano de obra calificada para ser construido.

Casa de piedra y edificio de la municipalidad de Ixchiguán

Desde el punto de vista térmico, los muros de piedra se comportan de forma parecida a los de adobe en cuanto son muros con una muy alta inercia térmica, lo que permite matizar los cambios bruscos de temperatura día-noche. En cuanto al comportamiento higrométrico, los muros de piedra tienen unas prestaciones menores que los de adobe, pues al ser prácticamente impermeables, la migración de humedad del interior al exterior no sucede a través del muro, sino de las aberturas, lo cual hay que tener en cuenta en el diseño de la vivienda para evitar altos niveles de humedad los cuales perjudican la salud respiratoria de los ocupantes.

Esta impermeabilidad tiene su aspecto positivo en algunas de las ubicaciones observadas, donde los aleros no protegen a los muros de las lluvias pues los fuertes vientos impulsan la lluvia contra ellos, o donde los taludes de tierra de las terrazas topan contra los muros de las viviendas, o donde en temporada de lluvia acostumbran a haber nacimientos de agua superficiales. En estos casos es recomendable construir un sobrecimiento que sobresalga más o menos por encima del nivel del suelo y que proteja las partes bajas del muro de la acción del agua.

Sobrecimiento de piedra maximizado para protección de la humedad

Otra aplicación de la piedra la encontramos en su formato más pequeño: el piedrín, el cual es igualmente abundante en la zona y se utiliza como materia prima para el concreto, usado en cimientos y en los refuerzos de las casas de block.

El muro de piedra requiere un poco más de emisiones que el de tierra pues se necesita una cierta cantidad de sabieta producida con cemento (más o menos dependiendo de la forma de las piedras y de la habilidad del albañil) para unir las piedras. Una manera de disminuir la cantidad de cemento, y con ello el impacto ambiental, es utilizar un mortero de cal como sabieta.

Finalmente, cabe señalar que al ser un material inerte, puede ser devuelto al ambiente sin perjuicio de éste y además, puede ser triturado y utilizado para relleno en caminos u otras construcciones al final de su vida útil.

Block de concreto

El block de concreto puede considerarse el material que de forma progresiva está sustituyendo a los otros materiales tradicionales de la región centroamericana y convirtiéndose en el material hegemónico en la construcción.

Esto se debe a varios factores de los cuales destacamos una gran resistencia y durabilidad, además de tener un precio asequible y una red de distribución que llega a todos los confines del país. A eso se suma las ventajas de ser una pieza modulable, lo que simplifica la obra y permite trabajar rápido a un albañil con experiencia. Aquí cabe puntualizar que estas prestaciones son aplicables en el caso de los blocks producidos en fábrica bajo estrictos controles en la mezcla, la conformación y el secado. En el caso de las blockeras que se observan a pie de carretera, las prestaciones suelen ser menores.

Otro factor, que no tiene que ver con sus cualidades, es que goza de estatus entre la población debido a la gran campaña de publicidad de las empresas cementeras, que lo han presentado como ejemplo de progreso y como única solución sismoresistente tras el terremoto de 1976. Ciertamente, el material dispone de esas virtudes si está bien construido, pero no es la única solución al problema.

Casa de block siguiendo el arquetipo tradicional de la región

Por el contrario, en otros aspectos, como el control higrotérmico, el block es un material menos indicado dadas sus características intrínsecas. En un clima frío como el del altiplano, las construcciones realizadas con block se perciben frías y húmedas, ya que por una parte, la falta de masa repercute en una baja inercia térmica que no puede amortiguar las diferencias de temperatura entre el interior y el exterior durante el día y la noche, y por otra, su porosidad permite el paso de la humedad muy fácilmente.

Otro aspecto donde el block puntúa más bajo que otros materiales tradicionales como el adobe, es en su rigidez. Esa falta de flexibilidad hace que, ante un movimiento diferencial por asentamiento de los cimientos o por un temblor, la pared tiende a quebrarse. A ello se suma que la reparación de una pared de block es más difícil que otra de adobe.

Desde el punto de vista ambiental, la producción de una tonelada de cemento, el principal componente del block, emite 400 kg emisiones de CO_2. A ello habría que sumar las emisiones por transporte desde la fábrica, que no son negligibles, al tratarse de un material pesado, además de los impactos ambientales, paisajísticos y sociales que produce la minería en Guatemala. Es por ello que sería aconsejable usar con medida este material.

A pesar de no provenir de recursos renovables, el block se puede, al final de su vida útil, triturar y utilizar como base para caminos o carreteras, por ser un material inerte.

Lámina de zinc

Casi la totalidad de los techos de las edificaciones que nos encontramos en los municipios del PC están construidas con lámina de zinc sobre estructura de madera. La lámina de zinc es una lámina de acero que se recubre con un compuesto metálico conformado principalmente por zinc mediante la elevación de la plancha a altas temperaturas y la aplicación de la mezcla con aire a presión.

Esta capa micrométrica de zinc suele ser de poca durabilidad en las láminas “de segunda”, que son las más comunes en el país por un tema de precio. Dependiendo de las condiciones climáticas y de contaminación, una de esas láminas puede durar hasta 15 años, lo que teniendo en cuenta que cuestan alrededor de Q70 cada una, se consideran más que amortizadas y entonces son preferidas por encima de otras de mayor calidad y precio.

La lámina es un material ampliamente aceptado culturalmente, ya que hace años que forma parte del paisaje urbano y rural de Guatemala y es, como el block, ampliamente distribuida hasta en las ferreterías más recónditas del país. Su gran desventaja reside en que es un material, que tal como se aplica actualmente en la mayor parte del país, contribuye negativamente a la sensación de confort dentro de la vivienda. Dada su poca masa, es un material sin inercia térmica, con lo cual, deja pasar el frío o el calor inmediatamente. A eso se suma que en climas fríos, donde el aire del interior de la vivienda está más caliente que el exterior, se produce el fenómeno de condensación en la cara interior del tejado.

El sistema de techo que nos encontramos en el altiplano guatemalteco responde a un modelo que ha evolucionado para adaptarse a estas condiciones. Sus características son una inclinación de los tejados no menor a 30°, lo que favorece la evacuación del agua de condensación, combinado con el uso del tapanco, que además de la función de almacenamiento cumple la función de colchón térmico y la de ser una segunda protección ante el agua de condensación que pudiera caer desde la lámina. Estas razones dadas por los mismos habitantes explican por qué las viviendas construidas por FOGUAVI, con techo a dos aguas de poca inclinación y sin tapanco, permanecen infrautilizadas en la región.

En cuanto a aspectos ecológicos, no se han podido encontrar estudios que demuestren el impacto real sobre el ambiente y las emisiones de CO_2 en su fabricación, pero estas se suponen mayores a la producción de acero (2000 kg de CO_2 por tonelada de material). Además, el zinc es un metal pesado, y por lo tanto, muy peligroso para la salud. Este recubrimiento se va lavando de la lámina por la acción de los agentes atmosféricos, cosa que provoca la oxidación del acero y con ello la degradación de la lámina, por lo cual, hemos de suponer que el zinc vuelve al ambiente y se acumula en la tierra, el agua superficial o subterránea o los seres vivos.

Lámina de zinc en proceso de oxidación fijada con clavos y hule

Estas razones lo convierten en un material poco sustentable y muy contaminante en su ciclo de vida, pero principalmente su precio hace difícil encontrar un competidor.

Materiales naturales de cubierta

En los territorios del PC nos encontramos algunos ejemplos de materiales usados antiguamente para la cubierta, mucho antes de la introducción de la lámina de zinc.

En primer lugar, existen algunos ejemplos de cubiertas de madera (tejamaniles), pero como hemos comentado anteriormente, dada la escasez del pinabete, ya no se construyen. Por otra parte, encontramos aún tejados construidos con tejas de barro, los cuales, desde el terremoto han ido desapareciendo al ser elementos pesados que requieren de una fuerte estructura de madera que garantice su estabilidad ante un sismo. A pesar de estas desventajas, estos son materiales que están mejor adaptados al clima frío del altiplano.

Arquitectura vernácula con tejados

Ahora bien, existe otro material que puede ser interesante hoy en día para su aplicación: se trata del pajón, una pequeña planta herbácea que crece incluso en las partes más altas de los territorios del PC.

Casa de Justo Rufino Barrios cubierta con pajón

Sus ventajas económicas y ecológicas, como sucede con otros materiales vegetales, son grandes. Entre ellas podemos nombrar su alta capacidad aislante, el ser un recurso renovable, abundante y por ende extremamente barato, biodegradable al final de su vida útil y que no requiere de energía para su procesamiento. Su mayor inconveniente es que requiere de mano de obra calificada y más tiempo para una óptima ejecución de la cubierta, lo que puede ser relativo en situaciones de autoconstrucción.

En el apartado de propuestas se trata su posible aplicación *mejorada* en las cubiertas de las viviendas.

Para finalizar, cabe apuntar que han quedado fuera de esta lista las losas de concreto de las construcciones que van principalmente creciendo a lo largo de la carretera, pues se suponen fases intermedias de la construcción, y no una solución de acabado final de la vivienda.

Propuestas

En este apartado se propone mostrar una serie de soluciones a modo de pautas o consideraciones a tener en cuenta en la construcción de nuevas viviendas para campesinos del altiplano de San Marcos. Conviene tener presente el anterior producto de esta consultoría: *LA VIVIENDA SALUDABLE, SEGURA Y PRODUCTIVA. PROTOTIPOS DEMOSTRATIVOS PARA MEJORA Y CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN EL ALTIPLANO MARQUENSE*, ya que es complementario de las observaciones aquí descritas y concretiza en un prototipo los aspectos a tratar para la obtención de un hábitat saludable, seguro y productivo que contribuya al desarrollo humano de las familias participantes.

Complementando la arquitectura modular

Como se ha descrito antes, se ha observado que la arquitectura modular tiene un arraigo muy grande entre la población. Es por ello que se propone entonces respetar ese sistema y añadir un tercer módulo al de dormitorio y cocina: el de saneamiento.

El objetivo principal de esta acción forma parte de la estrategia del PC que pretende incidir en las condiciones del hábitat para adecuarlo con tal de favorecer una vida digna de sus ocupantes. Con este módulo se pretende arrancar de raíz muchos de los problemas causantes de enfermedades intestinales de sus habitantes, englobando en un solo elemento todas las funciones que tienen que ver con la higiene (ducha, letrina, lavadero) y el acceso permanente a agua no contaminada a través de la captación del agua de lluvia y su almacenamiento para su posterior uso.

En las entrevistas realizadas con varios participantes del PC se ha apreciado una predisposición a aceptar la construcción de tal módulo integrado, incluyendo a la letrina, bajo condición que ésta sea fácilmente limpiable, ya que la situación actual de las letrinas a cierta distancia de la casa hace su uso de noche incómodo por el frío y la oscuridad.

Nuevo módulo sanitario que incluye la letrina seca, la ducha, el chuj, la cosecha de agua y la pila

Materiales y técnicas

Así como en el apartado anterior sobre materiales nos hemos concentrado en diversos conceptos de sustentabilidad, intensidad energética, adecuación climática o aceptación cultural, en este apartado se proponen aplicaciones concretas a la realidad de las comunidades participantes del PC.

Dados los niveles de pobreza y pobreza extrema de los municipios, que no van a ser fáciles de eliminar en los próximos años, se parte del concepto que es mejor potenciar técnicas autoconstructivas mejoradas con materiales locales, donde la propia familia puede en gran parte conseguir en terrenos comunitarios o propios, en vez de hacer depender el desarrollo de su hábitat de productos industriales.

Asimismo, durante la duración del PC, se puede acordar con la familia construir una casa de adobe, bahareque o piedra, materiales aportados por la familia, y con el dinero ahorrado en la compra de otros materiales como hierro, cemento y block, realizar otro tipo de mejora en la vivienda.

Adobe-terracreto sismoresistente

Existen en la actualidad varios manuales desarrollados en la región centroamericana sobre la construcción de edificios de adobe sismoresistentes, así que no es mi intención entrar en detalles en este apartado. Sería en todo caso necesario distribuir varios manuales y capacitar a la gente en esas técnicas (ver también último apartado sobre empoderamiento).

También se puede conseguir la sismoresistencia con refuerzos de concreto

Sí que conviene aquí insistir en un par de puntos según lo observado localmente.

Primero, la necesaria mejora en la mayoría de los casos de la mezcla de arena y arcilla para conseguir una cohesión óptima. Localmente esto se hace con hoja de pino, que como hemos comentado antes, no es lo más indicado. Se propone entonces la utilización de otro material más flexible y fibroso, como la fibra de magüey, que ya se utiliza como cuerda en la región, o la utilización de los tallos de avena. Actualmente, varias comunidades utilizan la avena para alimentar a los animales, por lo cual habría que encontrar un equilibrio o aumentar la superficie dedicada a dicho cultivo.

Otra opción es usar el pajón que se ha venido utilizando en los techos. A pesar que técnicamente nos parece un material muy indicado, además de ser abundante y gratis por crecer espontáneamente, algunos entrevistados comentan que el material no sirve para hacer adobes, sin poder encontrar una razón técnica. Se propone entonces hacer una pequeña prueba para comprobar su idoneidad.

La avena utilizada en la región como forraje es ideal para hacer un buen adobe

El pajón y el magüey crecen naturalmente en la región

Como último recurso, se plantea la utilización de cemento como elemento que aumente la cohesión, estrictamente por razones económicas y ecológicas.

Y segundo, la necesidad de un repello de terracreto (mezcla de tierra y cemento) ante un clima ventoso que empuja la lluvia contra los muros, el cual contribuya a la impermeabilidad del muro, su resistencia a la erosión y permita el intercambio higrométrico entre el interior y el exterior de la vivienda.

Muro de adobe en proceso de ser repellado con un mortero de cal y cemento

Bambú: el nuevo bahareque

Si bien, tradicionalmente el bambú no ha sido un material de construcción en el altiplano marquense dado el hecho que no es una especie que crece naturalmente a esa altura, la falta de disponibilidad actual de madera y el hecho que existe una tradición constructiva con bambú-carrizo en la zona de costa y bocacosta del departamento de San Marcos, hace de él una posibilidad real como sustituto de la madera.

Además, se están desarrollando desde hace años diferentes sistemas constructivos aprovechando las capacidades sismoresistentes del material (ligereza, resistencia y flexibilidad), ya sea tanto en estructuras completas de bambú, como en elementos arriostrantes en estructuras de adobe. Esta versatilidad se demuestra además en el hecho que hay sistemas constructivos diferentes adaptados a climas cálidos y climas fríos.

Casas de Prohabitat con estructura de bambú

Desde el punto de vista técnico, hay que destacar además la facilidad y rapidez en la construcción, sobretodo si se aplica en forma de panel prefabricado, a lo que hay que sumar el hecho que tiene un bajo precio y altas posibilidades para ser aplicado en un contexto de autoconstrucción. Todas estas razones lo hacen suficientemente competitivo para desplazar a técnicas más difundidas como la construcción en block.

Además, una vez tratado contra insectos y hongos de manera no tóxica con una solución de bromuro, es un material muy durable. Si el material se deja a la vista, hay la posibilidad de aplicar una pintura desarrollada por el ingeniero Marcelo Espinoza a base de carburo, cemento y sal, la cual es económica y duradera. Por todas estas razones el bambú está considerado el material de construcción más sustentable que existe.

En la región microclimática que nos atañe, su aplicación debería ser combinada con tierra, como estructura en el muro de bahareque, el cual debería estar repellado por las dos caras con terracreto. Si económicamente fuese posible, por las condiciones extremas de frío, debería ser construido en forma de estructura doble, donde una de las recámaras entre las "persianas" se rellena con tierra y la otra se deja vacía para aumentar el aislamiento del conjunto.

En todo caso, habría que tomar precauciones para aislarlo del suelo y protegerlo de la humedad.

Block de concreto con inercia térmica

Por las características enumeradas anteriormente, el muro de block se podría considerar como un sistema no apto para construir en climas fríos a no ser que se consiga mejorar su inercia térmica y capacidades aislantes.

Para tal fin habría varias soluciones: la primera, y más costosa, sería mejorar el sistema de muro simple de block a través de construir una segunda o incluso una tercera capa en el muro. Si se reviste la cara interior del muro con madera, por sus cualidades aislantes y de calidez, se contribuye en gran medida al confort térmico del espacio. Si se reviste la cara exterior con un entramado de bambú repellado con terracreto, se crea una cámara de aire ventilada que evita la llegada de humedad del ambiente al block, lo que repercute también en el confort térmico interior.

La segunda solución, algo más barata, pero menos idónea, sería rellenar los muros con tierra o arena y repellar con un mortero impermeable la cara exterior del muro. El gran riesgo en un clima como en el que nos encontramos sería que la humedad llegase a esa tierra/arena, lo cual haría el remedio peor que la enfermedad. Es por ello que el repello exterior es esencial en este caso.

Finalmente, se propone desarrollar junto con un fabricante de blocks, un block macizo fabricado con árido tipo pómez, el cual sea ligero y contenga aire en su estructura, lo cual contribuiría al aislamiento, además de tener de esta manera más inercia térmica por el incremento de masa.

Block ligero hecho con árido pómez utilizado en México

Sistemas de techo

Como hemos visto en la descripción de materiales naturales para cubierta, anteriormente existían sistemas de cubierta que ofrecían un cierto aislamiento, pero que hoy en día, no son capaces de competir con la lámina de zinc dado su precio y facilidad de montaje.

Es por ello que se propone utilizar un sistema combinado, el cual incluya la lámina de zinc y un material aislante en la cara interior o exterior.

Para la cara exterior se propone recuperar el uso del pajón, lo cual tendría el doble efecto de por una parte el aumento del aislamiento térmico notablemente, y por otra, la protección de la lámina y aumento de su longevidad. Esta solución requiere de estudio, pues hay que encontrar la manera idónea de fijar los materiales a la estructura.

Para la solución por la cara interior se parte del principio de crear una cámara de aire justo debajo de la lámina. Esto se puede conseguir con materiales sintéticos o simplemente con una tela de brin con el poro cerrado con una capa de pintura. En el caso de las soluciones por la cara interior, se recomienda pintar la lámina de zinc para fijarlo y contribuir a la longevidad de la lámina. Las soluciones por la cara interior tendrían que evitar el uso de materiales vegetales como el pajón, pues estos pueden facilitar el anidamiento de animales como las ratas.

Otro material que quizás vale la pena investigar para su aplicación son las tejas de microconcreto, que si bien no están tan difundidas en Guatemala, son un material industrial que puede superar en su calidad a la lámina de zinc, con más o menos las mismas características de liviandad e impermeabilidad, pero más durable a un precio competitivo. Se desconoce en todo caso la aceptación que puedan tener entre la población por ser un material no conocido y no saber si se puede conseguir en la ferretería más cercana.

Ejemplo de tejas de microconcreto en Nicaragua

Una de las consecuencias positivas del incremento del aislamiento en la cubierta es la mejora de las condiciones de habitabilidad del tapanco. Teniendo en cuenta que los techos suelen ser bastante inclinados, se hace posible de esta manera obtener una habitación extra para familias numerosas. Ésta es una solución culturalmente aceptada como hemos visto en varias comunidades, llegando al punto de modificar la forma de las cubiertas.

Tapanco utilizado como habitación extra

Techos modificados para mejor aprovechamiento del tapanco aislado

Utilización de residuos

Si bien hay más de 30 años de experiencia satisfactoria en el uso de materiales de desecho a nivel internacional en la construcción, e incluso en los municipios se aprecian experimentos en este sentido realizados con botellas PET (ver foto), se aconseja no aplicar tales soluciones a gran escala, pues no se ha sondeado qué nivel de aceptación cultural tienen tales soluciones.

Lo ideal sería trabajar con las comunidades el tema del manejo, reuso y reciclaje de desechos como una totalidad, de la cual, la utilización de elementos como materiales de construcción puede ser una opción.

En todo caso, se podrían utilizar en construcciones secundarias del lote, como galeras o apriscos, e incluso en las medidas de mitigación, formando parte de muretes de contención. En este caso, las llantas viejas de carro rellenas de tierra compactada son ideales para estabilizar terrenos.

Ahora bien, otro tipo de materiales industriales basados en desechos, como los tableros de aglomerados de madera, forman parte de la vida cotidiana y están por tanto ampliamente aceptados. En este caso concreto, este podría ser una buena alternativa a las puertas metálicas de acero o de madera maciza.

Finalmente, otro material conformado que se fabrica y comercializa en Guatemala son las baldosas hechas a partir del caucho de llantas viejas. Tales baldosas son flexibles, impermeables y aislantes, lo cual las hace una alternativa al piso de torta de concreto.

Cercado de escuela construido con botellas PET

Baldosas conformadas a partir de restos de llantas

Pintura y decoración

Desde el punto de vista técnico para favorecer la habitabilidad de la vivienda, se propone pintar de blanco los interiores, ya que esto ayuda a reflejar y refractar la luz, lo que supone, además de un aumento de la luminosidad interior en la vivienda, una disminución de la factura eléctrica.

Se propone, más que comprar la pintura sintética, fabricarla según la receta tradicional a base de cal hidratada, cola blanca no tóxica a base de agua y sal. Esta mezcla funciona como fungicida e insecticida y deja respirar las paredes de obra, evitando la condensación de la humedad y mejorando la calidad del aire, por lo cual está especialmente indicada para construcciones de adobe, terracreto y bajareque, evitando así la anidación de animales como las chagas, las cuales pueden originar enfermedades graves entre los habitantes.

Para las paredes exteriores y la cubierta, dadas las condiciones climatológicas frías, se propone pintarlas con un color oscuro que absorba la radiación solar, además de la función de la pintura de proporcionar protección a los materiales

para una mayor durabilidad. El pintado de las láminas galvanizadas de la cubierta se aconseja realizarlo a los tres meses de instaladas, ya que la lámina no expuesta a la intemperie tiene una superficie que dificulta la adherencia de la pintura, provocando su desconche.

Pintar la lámina alarga su vida útil

Como hemos visto anteriormente, la decoración de las viviendas en el altiplano ha pervivido más o menos, pero en la mayoría de los casos se desconoce el origen de formas o símbolos decorativos. Esto, como ya hemos apuntado, se debe a que la cultura Mam es una de las culturas del altiplano que más se ha perdido y más se ha sincretizado con otras influencias. De hecho, hoy en día, lo que más ha pervivido son los ritos familiares sincretizados entre cultura indígena, católica y evangélica.

Este estudio pretende apuntar varias posibilidades para mantener los pocos vestigios que han pervivido a día de hoy, así como fomentar la curiosidad y por tanto la búsqueda por parte de los propios habitantes, de otros que formaban parte de la vida de sus abuelos.

Estela Mam ubicada en la comunidad de Tolá 1, Tajumulco

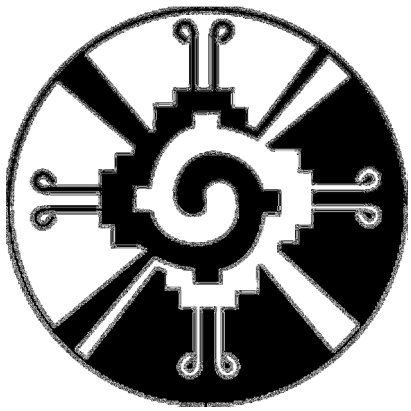
A continuación, se enumeran varios ejemplos que podrían convertirse en motivos decorativos:

Antiguamente, todos los ritos y las principales ceremonias comunitarias y familiares se planificaban de acuerdo al calendario sagrado de 260 días, el *tzolkin*, el cual era ampliamente difundido entre los habitantes de la región y ejemplificaba la íntima relación entre el hombre, al tierra y el cosmos.

Otra posibilidad son escenas de las fiesta patronales o Aj Kab', el baile del Pach', la ceremonia de lluvia, la danza del venado, el Twalak-Koman, la celebración del Pusunke o el ritual Xochil.

O bien, imágenes de divinidades u otros glifos, como Hunab K'u, el dios creador, Kinich Kakmó, el dios del sol, Ixchel, la diosa de la luna, o Wakax Yol K'awil, el dios del maíz o la agricultura, por poner algún ejemplo.

Calendario Tzolkin

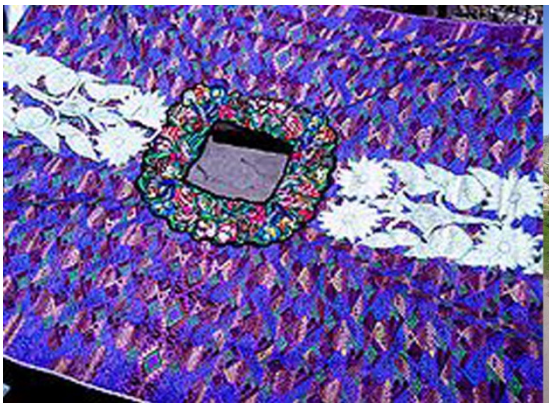


Hunab K'u

Ixchel

También se podrían introducir motivos paisajísticos referentes a los cerros sagrados Twuinquinque, Twiq'antx'ix, Piedra Partida o los volcanes sagrados Tajumulco y Tacaná.

En cuanto a los colores, se propone elaborar una carta de colores basada en los trajes tradicionales Mam de la región, que si bien también han sufrido cambios por influencias migratorias, son los signos culturales que ha pervivido más.



Luz

Otro elemento arquitectónico, aunque no sea un material estrictamente hablando, es la luz. El adecuado uso de la luz directa e indirecta es importante para una correcta sensación de confort en los espacios de la vivienda, además de contribuir al desarrollo de sus ocupantes, ya que se convierte en un espacio agradable donde realizar diversas actividades resguardados del mal tiempo. Además, una suficiente intensidad de luz natural en el interior, revierte en un menor consumo eléctrico, al evitar que los focos estén prendidos todo el día.

La manera más sencilla y barata de conseguir mucha luz es a través del techo, substituyendo láminas de zinc por láminas transparentes o translúcidas. El uso de más o menos láminas transparentes puede ayudar a crear un efecto invernadero, calentando el aire interior de la vivienda y contribuyendo a la sensación de confort.

La otra opción reside en orientar las ventanas a sur, para aprovechar la radiación solar directa dentro de los espacios en las horas centrales del día, que posteriormente podrá seguir siendo irradiada por muros y piso en el transcurso de la tarde.

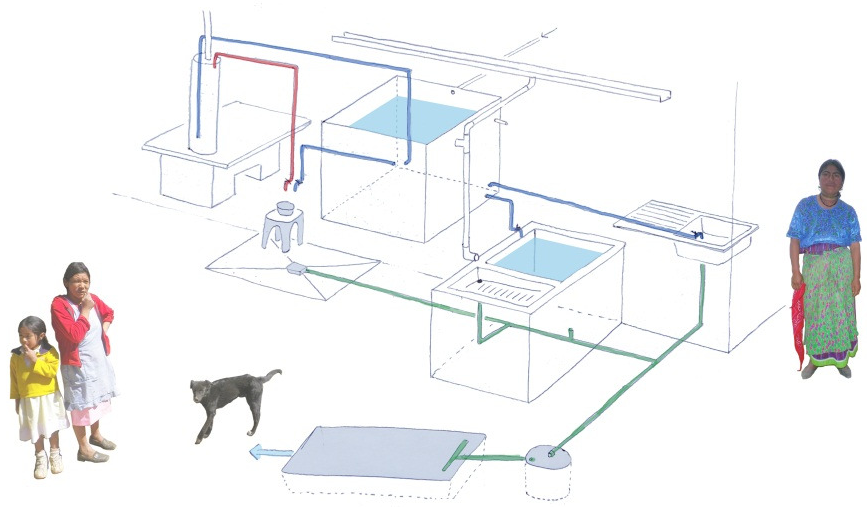
Tecnologías apropiadas

A continuación se enumeran una seria de tecnologías sencillas desarrolladas en los últimos años en la región para su aplicación en el ámbito rural y que pueden contribuir al desarrollo humano de los campesinos del altiplano marquense.

El ciclo del agua

La escasez de agua, principalmente debida al cambio climático, es un problema que el ser humano va a tener que afrontar en los próximos años. Si bien la mayoría de comunidades participantes en el PC no tienen problemas de subministro de agua dada la existencia de múltiples manantiales en la zona de montaña en la que nos encontramos, algunas que están situadas en partes muy altas, por encima de los manantiales, o están deforestadas, sufren escasez en los meses finales de la estación seca.

Es por ello que se hace hincapié en la importancia de gestionar el recurso hídrico, tanto en su captación a nivel comunitario con la construcción de aljibes, como en la captación a nivel familiar cosechando el agua de lluvia y su posterior depuración, uso, limpieza y devolución al medio.



Esquema del ciclo del agua del prototipo

El acceso a agua no contaminada es esencial para el desarrollo humano, pues la utilizamos para beber, cocinar, asearnos, limpiar y cultivar nuestros alimentos. Las mejoras del hábitat que se plantean desde el PC toman esto en consideración y plantean una solución integral arquitectónica que se materializa en el módulo saneamiento. Para ello nos referimos al primer producto de esta consultoría: *LA VIVIENDA SALUDABLE, SEGURA Y PRODUCTIVA. PROTOTIPOS DEMOSTRATIVOS PARA MEJORA Y CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN EL ALTIPLANO MARQUENSE.*

Estufa mejorada-mesa-calentador de agua

En el altiplano marquense se alcanzan las temperaturas más bajas del país. A pesar de ello, las viviendas no están adaptadas al clima extremo y se aprecia como la población soporta mal que bien el frío en los meses de diciembre y enero.

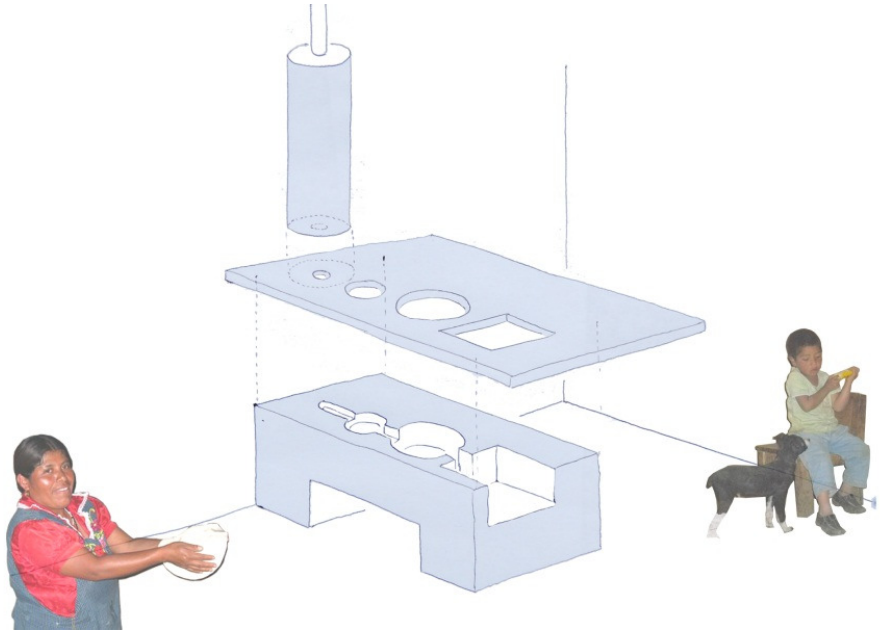
Ejemplo de ello es que la gente se agrupa entorno a la estufa en la cocina para comer y para estar reunidos, la cual permanece prendida todo el día, lo que conlleva un consumo elevado de combustible (mayoritariamente madera). En varias comunidades las familias comentan que la madera es difícil conseguirla en el monte, por lo que tienen que comprarla, cosa que supone un gasto considerable para la economía familiar.

Bancos y sillas alrededor de la estufa para aprovechar el calor

La estufa sirve además de para cocinar y dar calor, para calentar el agua necesaria para la higiene personal. Ésta, como apuntamos anteriormente, se realiza en la misma cocina, en alguna construcción adyacente medio protegida o en el mejor de los casos, dentro del chuj.

La incomodidad que supone asearse en un ambiente frío, la falta de privacidad o el gasto económico que supone encender el chuj, hace que la higiene sea en general limitada.

Por estas razones, se hace imprescindible incidir en las estufas, construyéndolas para que consuman menos leña, y para que al mismo tiempo faciliten las labores cotidianas familiares, como proveer agua caliente para el aseo o ser el centro de reunión familiar. Por ello, se ha desarrollado una estufa mejorada-mesa-calentador de agua para las familias participantes en el PC.



Estufa PC

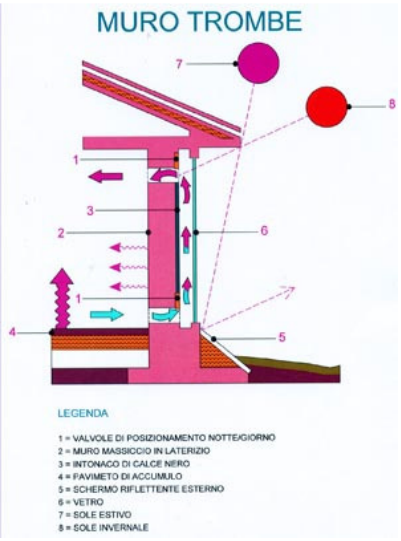
Sistemas energéticos pasivos: el invernadero y el muro trombe

En el presente documento ya hemos apuntado unos cuantos principios pasivos que repercuten en un mejor confort térmico de la vivienda, a saber: el incremento de aislamiento, la inercia térmica de los muros, el uso de ventanas orientadas hacia el sur para dejar entrar la radiación solar, el uso del tapanco como colchón térmico o el uso de cubiertas translúcidas para crear un efecto invernadero en el techo y contribuir al ahorro de energía eléctrica.

Se proponen dos soluciones de fácil aplicación en el contexto del PC: el invernadero y el muro trombe.

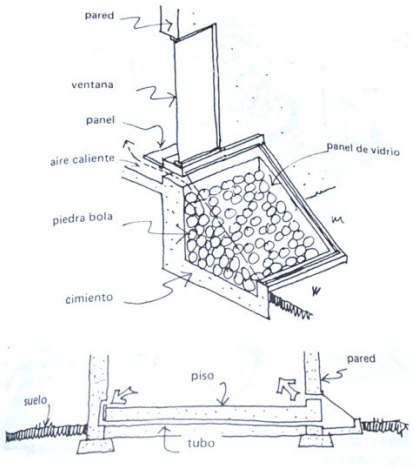
El invernadero se concibe como una construcción ligera de madera, PVC o bambú recubierta con plástico transparente ubicada en los espacios entre los módulos. Esta estructura, además de contribuir a las actividades productivas de la familia, ayuda a crear un colchón de aire que se calienta durante el día y se puede dejar entrar a los espacios de la vivienda durante las horas frías.

El muro trombe es un sistema un poco más sofisticado. Consiste en crear el efecto invernadero en el mismo muro, pintando la cara exterior del muro de color oscuro y anteponiendo un vidrio o plástico por la cara exterior, formando una cámara de aire estanca que se calienta y se puede abrir hacia el interior de la vivienda para el aprovechamiento del aire caliente.



Muro trombe desarrollado en Perú

Una alternativa más sofisticada que se ha aplicado en el ámbito mexicano utilizando latas metálicas pintadas de negro o piedra bola, como se muestra en el esquema.



Sistema trombe con sistema de recirculación de aire por el suelo

Finalmente podemos pensar en un par de principios energéticos activos. Uno sería el uso de lámparas de bajo consumo, pero se necesitaría una pequeña explicación mostrando que aunque sean más caras en la compra, a corto plazo se recupera la inversión.

Otro más complejo sería la posible introducción de sistemas de generación de energía limpia, ya sea a nivel familiar o a nivel comunitario. Al respecto nos encontramos diversos ejemplos en varias comunidades. En una donde no hay red eléctrica, un vecino tiene un panel solar el cual ha amortizado alquilando a otros vecinos para cargar su celular. En otra, están investigando la manera de construir una pequeña hidroeléctrica, pero necesitan los fondos para comprar el generador.

El gran problema de estos sistemas es la fuerte inversión inicial, la cual una comunidad de esas características no puede asumir sin ayuda institucional. Habría que encontrar la manera de desarrollar paralelamente prototipos de molinos de viento (más presente que el sol en la región), que además, podrían contribuir al desarrollo local. Este es el tema del siguiente apartado.

Desarrollo de actividades productivas locales: empoderamiento

En pos de cumplir con la estrategia del PC en cuanto a generación de oportunidades económicas para una población históricamente marginada de los procesos de desarrollo, el PNUD según el documento del PC, tiene que co-impulsar la asistencia técnica y capacitación en nuevos oficios vinculados a la producción de bienes y servicios no agropecuarios.

A continuación, se plantea la puesta en funcionamiento de una serie de proyectos que transcurrirían paralelos a la incidencia que propone el PC sobre el sector productivo agrícola o a las iniciativas anteriormente puestas en práctica en la zona relativas a la producción de artesanías. Así, se propone el desarrollo y la potenciación del sector relacionado a la construcción, incluyendo el desarrollo de (nuevas) tecnologías apropiadas al contexto rural específico de los cinco municipios.

Se plantean, entre otras, las siguientes posibilidades:

1. la creación de una “adobera”, la cual dispusiese de maquinaria y del conocimiento técnico para fabricar ladrillos de adobe de alta calidad. Una posibilidad sería capacitar a los trabajadores de este proyecto en la construcción de casas de adobe sismoresistentes. Así, se podrían establecer mecanismos de alquiler de maquinaria manual y transmisión de conocimientos para las buenas prácticas en autoconstrucción.

2. el establecimiento de talleres de herrería-fontanería para la fabricación e instalación de sistemas de estufas mejoradas-calentadores y el sistema del ciclo del agua.

3. el establecimiento de un taller para la construcción de paneles tipo “trombe” para calefacción del aire interior de las viviendas y otras tecnologías para el adecuado aislamiento de las construcciones.

4. un programa piloto en el relleno sanitario de San Pedro para el reciclaje de llantas de carros. El objetivo sería, a través de una trituradora, fabricar materia prima para utilizarla como base para pisos por sus características aislantes.

5. un taller de investigación y construcción de molinos de viento para generar energía eléctrica a escala familiar. En este caso se podría aprovechar la amplia investigación existente respecto al tema.

6. la fundación de organismos que gestionen la reforestación de bosques comunales para recuperar las zonas de recarga hídrica y proveer de material de construcción al mercado local. Esta sería sin duda alguna, una manera de materializar la estrategia del PC en cuanto la promoción del manejo sostenible de los recursos naturales. Esta gestión de la masa

forestal incide positivamente en el medio ambiente, pues la madera tiene la capacidad de mantener atrapado alrededor de 900 kg de CO_2 por m^3 una vez cortada. Es por ello que conviene mantener los bosques gestionados, cortando los árboles viejos, ya que estos al morir, devuelven el CO_2 almacenado durante su época de crecimiento por el proceso de putrefacción.

La forma organizativa en cada caso podría variar desde empresas unipersonales, a comités comunitarios o sistemas de organización cooperativista, que en algunas comunidades tienen un fuerte arraigo. Para su establecimiento, se podría pensar en buscar organizaciones que otorgasen microcréditos para el comienzo de tales empresas u organizaciones que ya trabajan en esos temas y que podrían dar acompañamiento y asesoría.

En el caso específico de tecnologías apropiadas, se plantea buscar cooperar con la comunidad San Pablo, en el municipio de Tacaná, donde un grupo de jóvenes comprometidos con su comunidad y la ecología están desarrollando, con pocos medios, alternativas para el mejoramiento de su entorno.

Grupo de jóvenes de San Pablo en el centro de investigación GUATECA

raq
taller de arquitectura

ricard hernández martín

ricard.raq@gmail.com
+502 3001 2690
+502 2253 2638
5a Avenida 2-59 Zona 2
Ciudad de Guatemala