

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA



*Diseño y Planificación de Viviendas de
Adobe para la Colonia Romec del Municipio
de San José Chacayá, Sololá.*

EULALIO MATIAS GARCIA RAXJAL

GUATEMALA JUNIO DE 2,006



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE VIVIENDAS DE ADOBE PARA LA COLONIA ROMEC DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

Por: Eulalio Matias García Raxjal

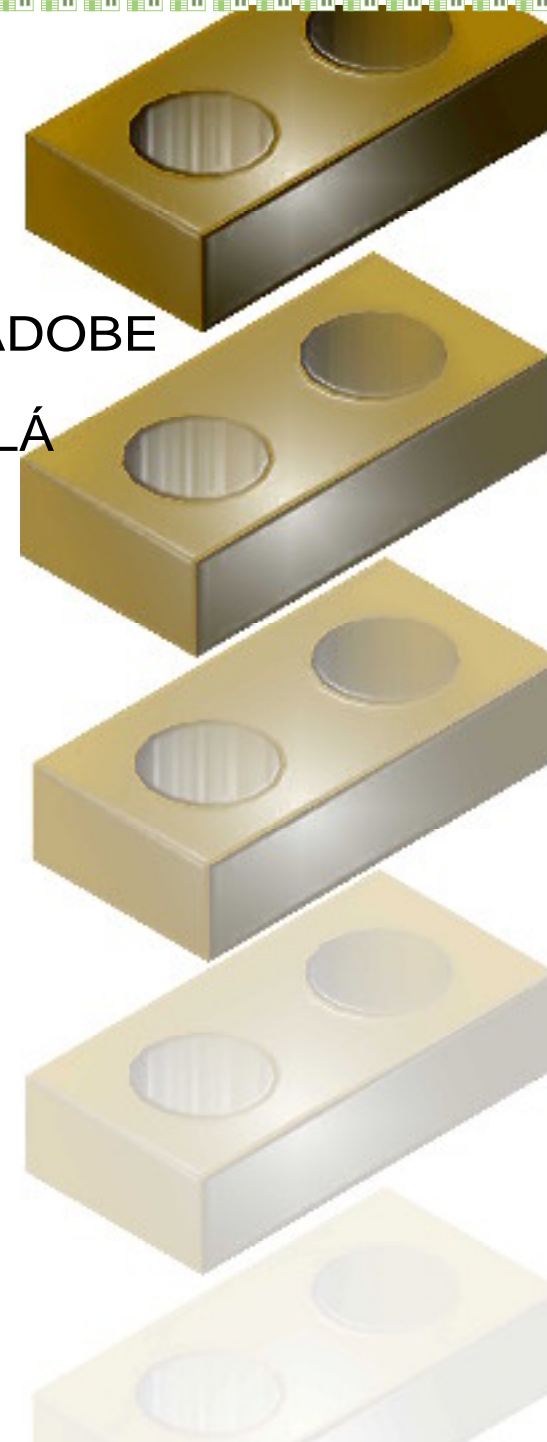
Al conferirse el título de:

ARQUITECTO

En el grado académico de:

LICENCIATURA

Guatemala, marzo de 2006

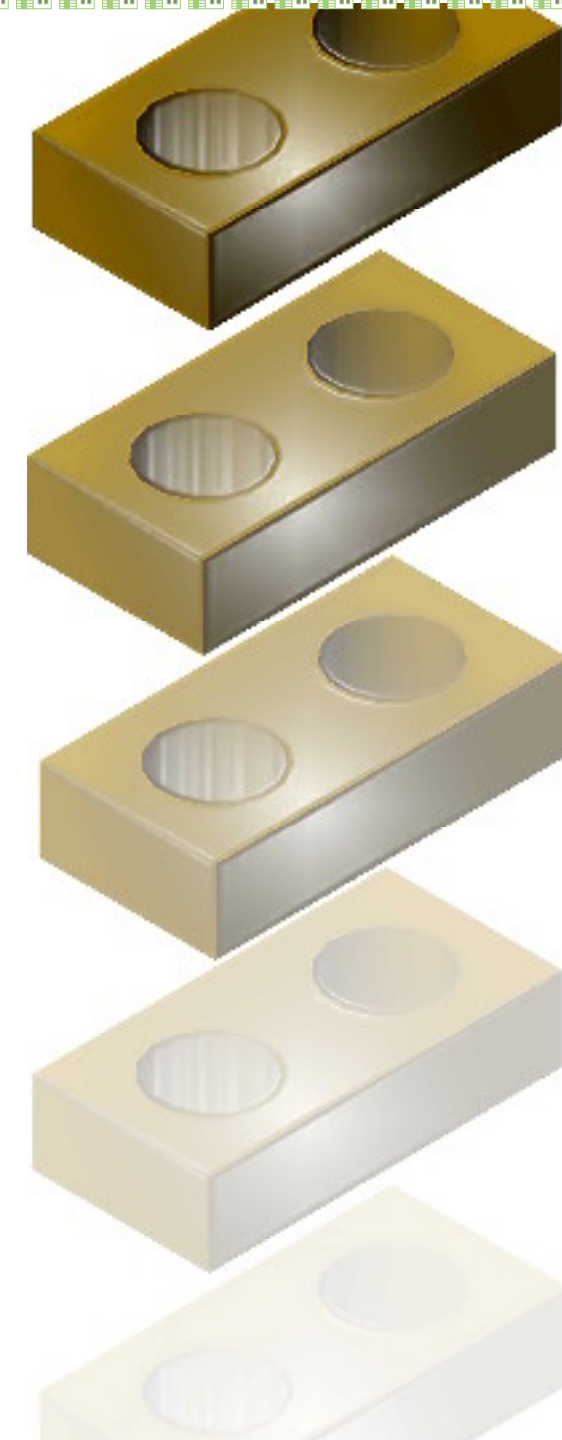


JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano: Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Vocal Primero: Arq. Jorge Arturo González Peñate
Vocal Segundo: Arq. Raúl Estuardo Monterroso Juárez
Vocal Tercero: Arq. Jorge Escobar Ortiz
Vocal Cuarto: Br. Pooll Enrique Polanco Betancourt
Vocal Quinto: Br. Eddy Alberto Popa Ixcot
Secretario: A rq. Alejandro Muñoz Calderón

TRIBUNAL EXAMINADOR

Decano: Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Asesor: Dr. Arq. Mario Ceballos
Consultor: Arq. Raúl Monterroso.
Consultor: Arq. Herman Búcaro
Secretario Arq. Alejandro Muñoz Calderón





DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Arquitecto del Universo.

A Mis padres:

Elena y Tomas

A mis Hermanos:

Anibal, Ana Maria y Yolanda .

A mis Amigos:

Por su apoyo y cariño





AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por darme la oportunidad de poder culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres:

Por el apoyo incondicional hacia mi persona.

A mis hermanos:

Por el los buenos deseos y ayuda que me brindaron especialmente a mi hermano Aníbal que me apoyo en uno de los momento claves para poder subir uno de los escalones de mi carrera.

A mis amigos:

Por compartir parte de sus vidas y tratarme como si fuera un hermano más.

A mis colegas y Socios:

Benjamín Fuentes y Cristian Rivera, les agradezco la oportunidad y la confianza que depositaron en mi para materializar lo que hoy conservamos y gerenciamos.

A las familias Pérez García, Fuentes Pivaral y Rivera Rodríguez.:

Por todo el aprecio y apoyo que me han brindado.

Y a todos aquellos seres que me han iluminado con su compañía, amistad y cariño.

Gracias.



INDICE

Capitulo I

1.	Introducción -----	03
2.	Antecedentes -----	04
3.	Delimitación del tema -----	06
4.	Justificación -----	08
5.	Objetivos -----	09
6.	Alcances -----	10
7.	Metodología -----	10

Capitulo II

1.	Marco Teórico -----	12
2.	Marco conceptual -----	20
3.	Marco Legal -----	36
4.	Marco Geográfico Territorial -----	103

Capitulo III

1.	municipio de San José Chacayá -----	115
2.	Colonia Romec -----	128
3.	Casos Análogos -----	129
4.	La propuesta Arquitectónica -----	131

Capitulo IV

1.	Conclusiones -----	195
2.	Recomendaciones -----	196
3.	Aporte -----	167

Anexos

1.	Manual -----	199
2.	Ensayos de laboratorio -----	213
3.	Bibliografía -----	261



Capítulo I





1. Introducción

El presente documento contiene la propuesta denominada Diseño y Planificación de Viviendas con Adobe para la Colonia Roméc del municipio de San José Chacayá, Sololá, cuenta con 3 diseños, los cuales darán una respuesta arquitectónica a la problemática de vivienda que es notable en la comunidad de San José Chacayá, Sololá. Se propone un proyecto de viviendas con tecnología apropiada y sobre su viabilidad como proyecto habitacional que permita el acceso a sectores de menos ingresos que de otra manera no tendrían posibilidad de adquirirla.

La tierra es el material de construcción más antiguo utilizado por el hombre y es la máxima expresión de lo que es tecnología apropiada. Se considera que la palabra adobe es de origen árabe; atob significa pasta pegajosa o suciedad.

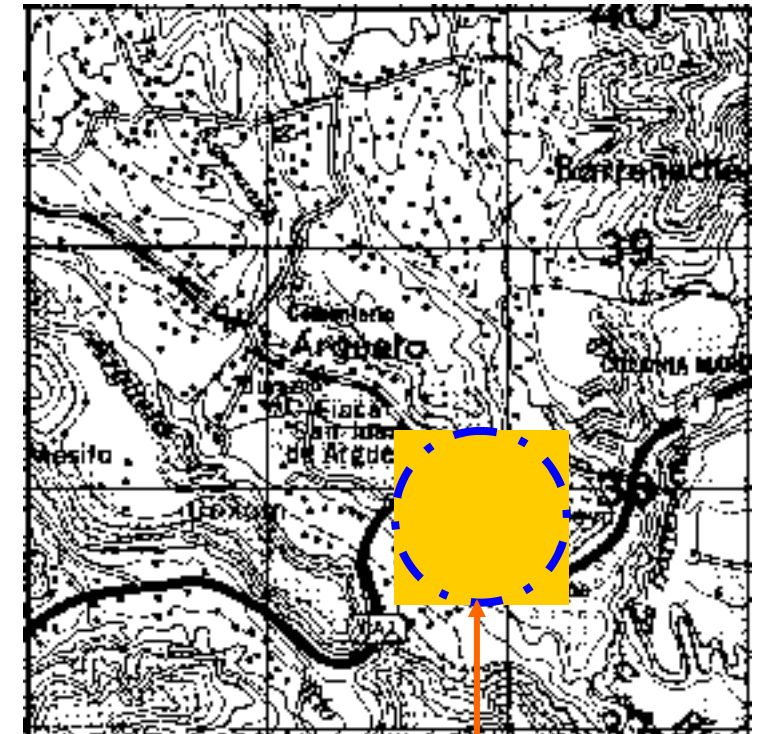
Para poder hablar sobre adobes es necesario saber que es el adobe como material de construcción; sus diferentes dimensiones y tipos, ahora esto se pudo comprender mejor al asistir al segundo curso taller de Conservación y Restauración de la Arquitectura de Tierra, desarrollado en el Palacio de los Capitanes, Antigua Guatemala, del 07 al 11 de junio de 2004 impartido por el Dr. Arq. Mario Ceballos (Asesor de esta tesis).

Se realizaron ensayos a 4 muestras de suelo tales como Proctor Modificado, Razón Soporte California (C.B.R.), Análisis Granulométrico (Método del Hidrómetro), Límites de Atterberg y Gravidad específica en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Sección Mecánica de suelos.

La propuesta es construir viviendas de bloks de adobe, éstos son creados a base de suelo compactado y que alcanza resistencias mayores a las de un adobe tradicional, no se está exponiendo que el construir con adobe de las dimensiones conocidas (30x30x8-cmo 40x40x8-cm) de proporciones de mezcla y sus diferentes especificaciones sean inseguras o que resistan menos, lo que se proyecta es poder tener mas libertad a la hora de construir, llevando a la comunidad una idea innovadora y con características fiables para la construcción.



Imagen obtenida de planos del IGN escala 1:50,000



2. Antecedentes y definición de la demanda a atender:

En el presente, en el municipio de San José Chacayá del departamento de Sololá, se evidencia uno de los problemas que afectan a toda la comunidad como lo es la falta de construcción de viviendas que tengan un bajo costo, esto se refleja con el hacinamiento, así como viviendas con un nivel de deterioro alto. Además el mal estado en que se encuentran las actuales viviendas. En base a esto se presentó la propuesta del Diseño y Planificación de viviendas Para la Colonia Romec, al alcalde del mencionado municipio, el cual mostró estar de acuerdo con este trabajo, el mismo vendrá a atender a un total de 44 familias.

Terreno a Utilizar para viviendas en Colonia Romec.





**Vivienda en San José Chacayá, Sololá.
Elaboración Propia.**

En esta fotografía se evidencia el tipo de vivienda que existe en la comunidad de San José Chacayá, la cual está construida con muros de adobe. El techo es de pajón y la puerta es de madera. Se puede apreciar cómo se encuentra actualmente la utilización de material y el deterioro del mismo, la imagen fue obtenida con una cámara digital a las 10:30 a. m.



**Vivienda en San José Chacayá, Sololá.
Elaboración Propia.**

En esta vivienda se evidencia la arquitectura vernácula en la Colonia Romeo de San José Chacayá, Sololá y cómo se han hecho arreglos a las viviendas pues se tiene como cubierta una estructura de madera, la cual es portante de la teja. Se puede observar los pilares de madera que se encuentran en la fachada principal y sus muros de adobe respectivamente. La fotografía fue obtenida con cámara digital, esto fue en una de las visitas que se realizaron al terreno.

Resultados Esperados y delimitación del tema:

Se pretende determinar factores importantes, los cuales son definitivos en el costo de construcción de una vivienda:

- Elaborar el diseño de las viviendas.
- El Valor del terreno donde se hará la edificación y los costos de adecuación.
- Material utilizado, mano de obra, mecanización, racionalización, organización del proceso constructivo..
- El costo en dinero con que se hará la vivienda.

Imagen obtenida de planos del IGN escala 1:50,000

3. D elimitación Temática:

La propuesta Arquitectónica es únicamente de vivienda, donde se tendrán varios diseños pues el terreno así lo requiere, utilizando tecnología apropiada como lo es el bloque de suelo prensado, sus delimitantes son:

Poblacional:

Las viviendas serán utilizadas por las 47 familias de la comunidad Romec del municipio de San José Chacayá, Sololá. Así como de visitantes de otras localidades ya sea familiares o amigos que estén de visita.

Espacial:

Las viviendas estarán ubicadas en un terreno con topografía irregular que tiene de 2% a un 30% de pendiente; el polígono irregular con 72,886.50m² se encuentra en el kilómetro 138 Carretera Interamericana en la parte norte del municipio de San José Chacayá, Sololá.

Este tema está proyectado para 5 años según los planes de desarrollo que se está creando actualmente, ya que la municipalidad será quien gestione el financiamiento de dicho proyecto conjuntamente con Cooperación Española.

Terreno

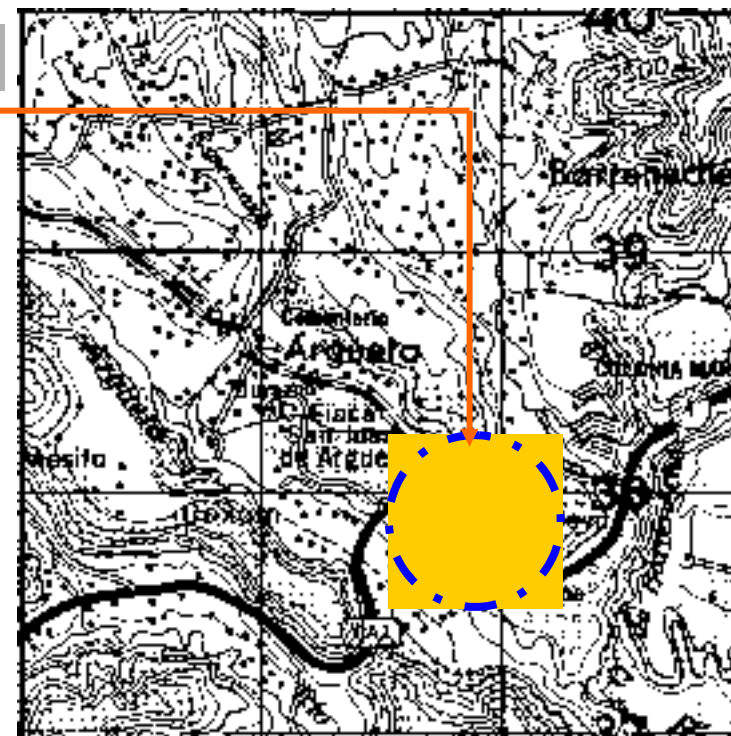




Imagen obtenida de Biblioteca de Consulta Microsoft
© Encarta © 2005

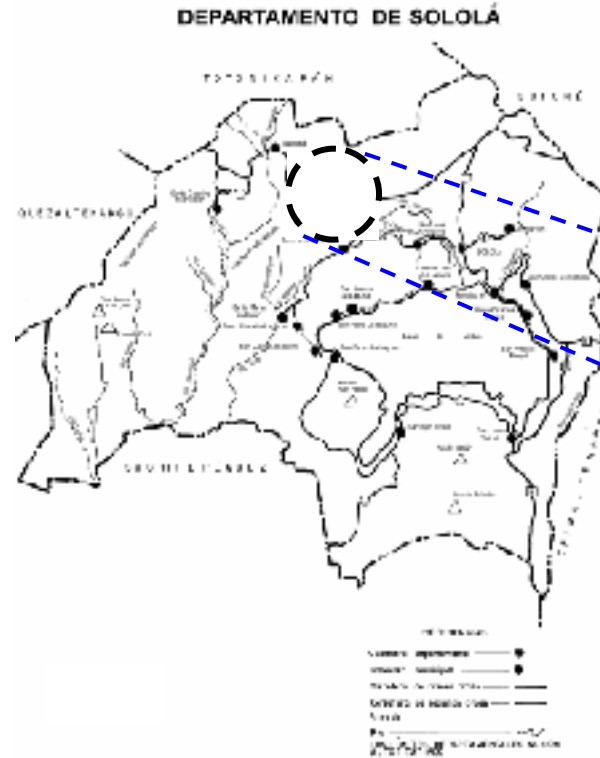
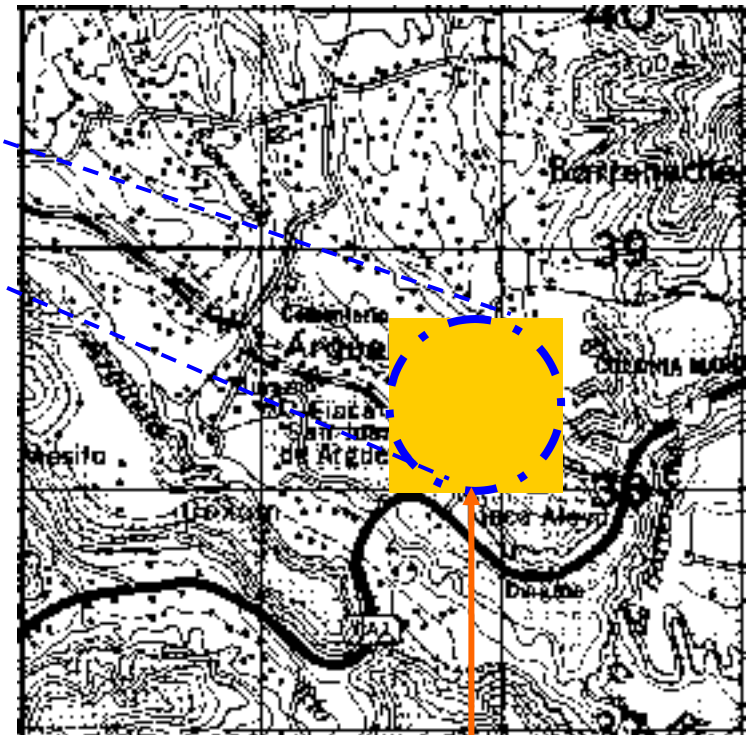


Imagen obtenida de Geografía Visualizada de Guatemala,
© Encarta © 2005

Imagen obtenida de planos del IGN escala 1:50,000



Área del Terreno



**Fotografía 1 del Terreno Orientación Norte-Sur
Elaboración Propia.**



**Fotografía 2 del Terreno Orientación Norte-Sur
Elaboración Propia.**

Como se puede observar en las fotografías, la topografía del terreno que se utilizara para el diseño de las viviendas de la Colonia Romec es variable. Esto hace que la complejidad de Planificación y diseño sea alta. Las fotografías fueron obtenidas con una cámara digital a las 12:45 p. m. (FOTOGRAFIAS 1 Y 2)

4. Justificación:

La propuesta de construir viviendas con block de adobe (bloque de suelo prensado) y beneficiará directamente a 44 familias. La ventaja del “bloque de suelo prensado” versus el adobe tradicional es debida a su mayor resistencia, portabilidad, y al requisito de bajo contenido de agua (el requisito de humedad para el bloque prensado de cemento estabilizado es un 1/ 5to de la humedad requerida para el bloque inestabilizado tradicional).

Debido a los costos actuales de material para la construcción con mampostería, la disminución de los materiales convencionales para este municipio hacen que sea lógico examinar los costos que genera la construcción de una vivienda confortable. Existe una inversión sustancial al crear los materiales manufacturados con los que



se puede construir., los más modernos son: el aluminio, el vidrio y el concreto; los cuales representan un enorme gasto de energía y recursos naturales para su producción como materiales de construcción básicos. Además el costo del transporte, desde fuentes ampliamente dispersas y lugares centrales de manufactura, hasta los sitios de construcción. Es por ello que se eligió el bloque de suelo prensado como material de construcción en esta oportunidad. Se tendrá un ahorro de dinero y de energía (pues no se gasta en producción de materiales contemporáneos); tiempo considerable en gastos con forma a la planificación y diseño, así como la elaboración de los planos que se necesitaran para la ejecución del mismo. Se tendrá asesoría y apoyo logístico de docentes de la Facultad de Arquitectura, lo cual dará como resultado un proyecto de alto nivel.

5. Objetivos:

General:

Contribuir a elevar el nivel de vida de la comunidad de la Colonia Romec, así como establecer una respuesta arquitectónica a nivel de diseño y planificación de vivienda con adobe en la Colonia Romec del municipio de San José Chacayá, Sololá.

Específicos:

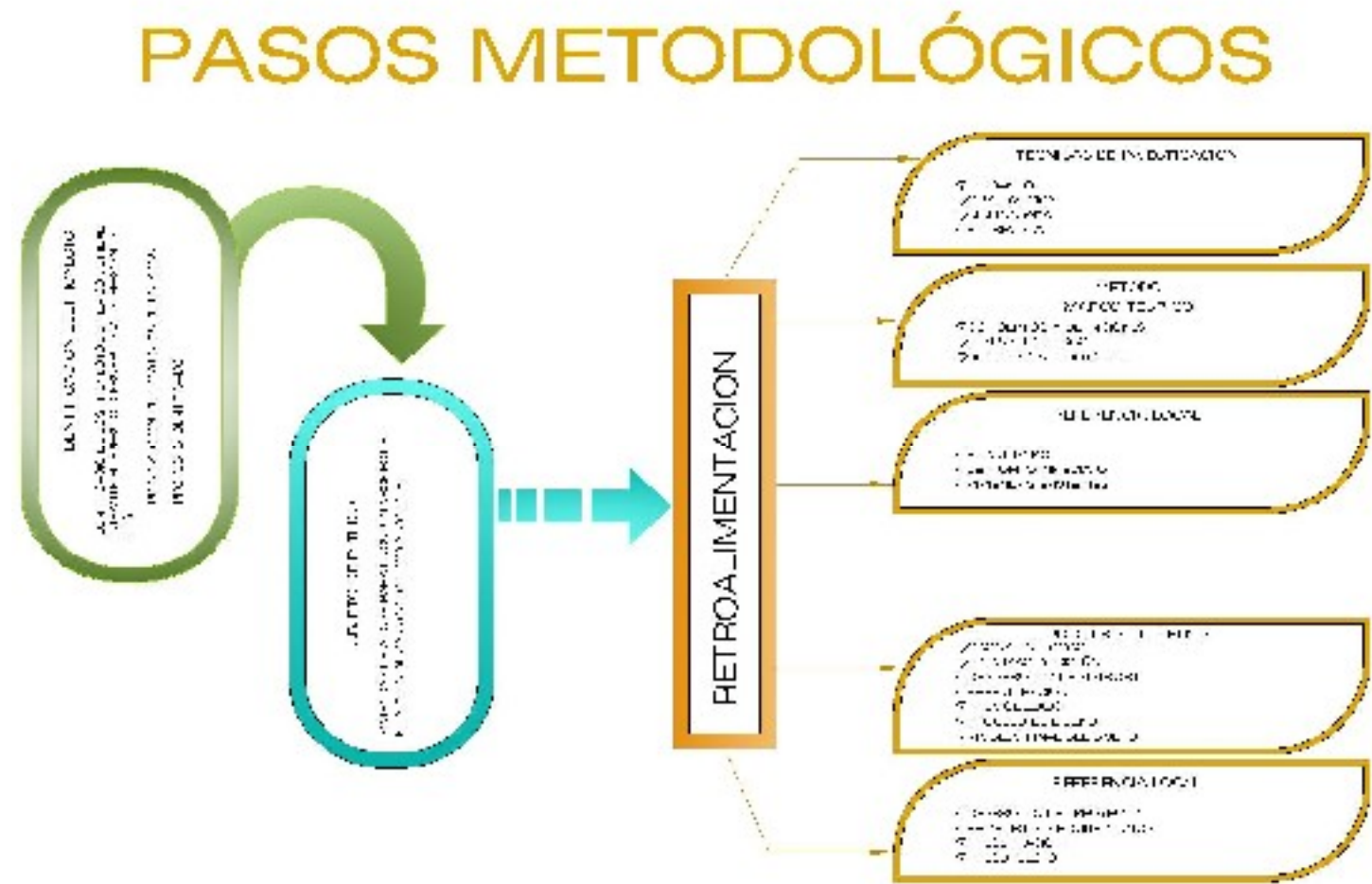
- Contar con un documento para gestionar apoyo monetario a entidades relacionadas con el tema.
- Colaborar con la municipalidad y la comunidad para el diseño y planificación del proyecto de viviendas con adobe.
- Proponer un diseño arquitectónico innovador y con creatividad que respete la tipología de la arquitectura predominante en el municipio.
- Crear una alternativa de solución habitacional que encaje entre los parámetros arquitectónicos de vivienda confortable y esté al alcance de las familias de pocos ingresos.



6. Alcance del Proyecto

En el diseño se tomara en cuenta el área social; área privada y de servicio; así como la tipología arquitectónica que predominan en la comunidad, para una adecuada integración al entorno. Se harán ensayos de 4 muestra extraídas del propio terreno para saber que tipo de suelo lo conforma para así poder determinar de dónde se podrá obtener la materia prima para la elaboración de los bloks de adobe., y por la complejidad del terreno los planos topográficos pertinentes.

7. Metodología:





Capítulo II

1. Marco teórico

Introducción¹

Una de las características principales de la arquitectura vernácula es el empleo de materiales autóctonos. Entre ellos, el más difundido en las zonas templadas y cálidas ha sido la tierra, que se puede utilizar cruda para fabricar adobes y tapiales, o cocida en forma de ladrillos. El adobe se compone de barro y paja, aglutinados por bloques constructivos que se secan al sol.

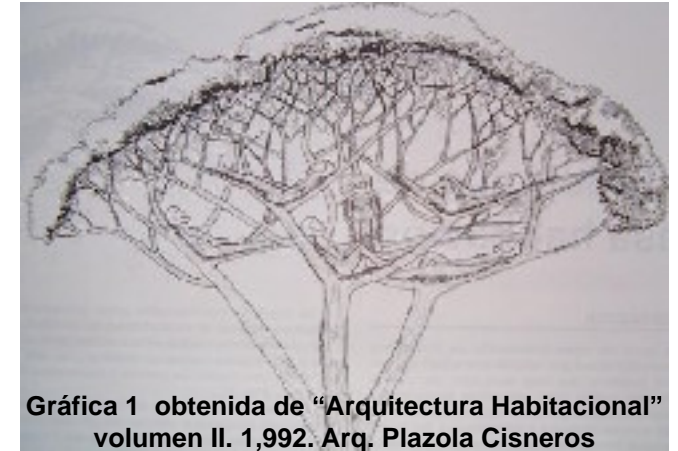
Génesis de la Vivienda²

La Prehistoria, de acuerdo con las investigaciones realizadas por los historiadores, se divide en: a) edad de Piedra Antigua (Paleolítico inferior, medio y superior), b) Edad de la Piedra Media (Mesolítico); c) Edad de la Piedra Moderna (Neolítico); y d) Edad de los Metales; ésta última subdividida en Edad del Cobre, del Bronce y del Hierro.

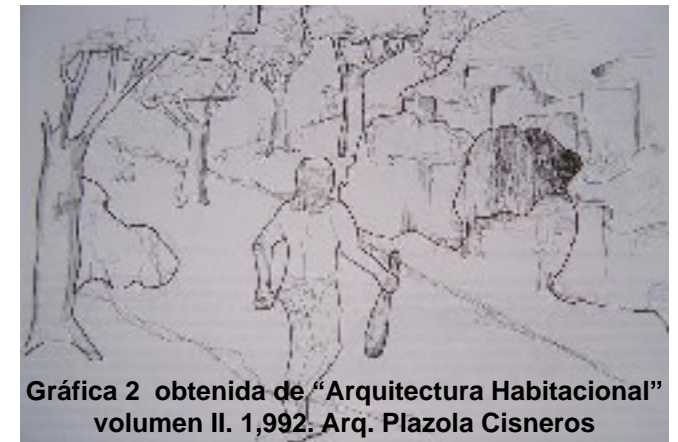
El primer homínido del género de los Australopithecus (4 a 1.5 millones de antigüedad), considerado como antecesor del hombre primitivo, se ha deducido según los últimos descubrimientos que su primer hábitat era muy semejante al que ocupan los actuales primates: las copas de los árboles. Al llegar la noche y para escapar de los depredadores, el Australopithecus subía a las ramas más fuertes entrelazadas para procurarse un lecho. Posteriormente al evolucionar su cerebro, “construyó” refugios rudimentarios en los matorrales; unió copas de 2 ó 3 árboles cercanos entre sí y las ató fuertemente al suelo por medio de juncos y barro para improvisar su refugio (gráfica 1).

Se deduce que antes de habitar directamente en las cavernas empezó a utilizar las grietas y oquedades de las montañas y los acantilados para protegerse del frío y las inclemencias del tiempo.

Con respecto al género Homo, cuyos primeros antecedentes son de hace 2 millones de años. Dentro de los primeros vestigios que se conocen, están los hallados en grutas de diversas partes del globo (Gráfica 2). Para ser dueño de este refugio que le ofrecía muchas comodidades, tuvo que expulsar a los herbívoros y pequeños carnívoros que la habitaban. A los grandes carnívoros de la época, tigre dientes de sable y oso de las cavernas, en un principio tuvo que cederles la cueva hasta que empezó a dominar el fuego (hace 800,000 años, véase



Gráfica 1 obtenida de “Arquitectura Habitacional” volumen II. 1,992. Arq. Plazola Cisneros



Gráfica 2 obtenida de “Arquitectura Habitacional” volumen II. 1,992. Arq. Plazola Cisneros

¹ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.

² Arq. Plazola Cisneros, Alfredo. “Arquitectura Habitacional” volumen II. 1,992.

gráfica3) y se adueñó permanentemente del lugar. Prueba de esto lo constituyen los restos de hogares encontrados en la gruta la E scala en Francia con una antigüedad de 750 000 años, y en algunas cavernas de las colinas de Pekín, que se remontan a 500 000 años.

A ctualmente se da la acepción de “hogar a las casas o domicilios, pero su significado original es sitio en donde se enciende el fuego”.

L a siguiente morada que se procuró el hombre la constituyen las cabañas rudimentarias, según lo afirman los descubrimientos hallados en la costa de N iza, Francia, la cual fue ocupada por el H orno erectus durante el período de glaciación de M indel-Riss, hace 400 000 años. E staban localizadas sobre una duna, protegidas por un acantilado de roca caliza. L a planta de las mismas es de forma oval, alargada, cuyas medidas varían entre los 9 a 16 m de largo por 4 a 7 m de ancho. L as paredes fueron hechas con ramas a modo de estacas colocadas de forma irregular y apoyadas en algunos de sus lados por piedras. L a presencia de agujeros en el centro del piso del lugar hace suponer que utilizaban troncos para sostener el techo, y el cual posiblemente también era de ramas (G ráfica 4). A pesar de lo sencillo de la construcción, el hombre primitivo empezó a “zonificar su casa” de una manera muy primitiva, según se aprecia en los restos encontrados en el suelo. E n el centro de la choza existía un hogar protegido por guijarros. A lrededor del mismo se encontró una zona circular que no presentaba restos, la cual suponen que estaba destinada para dormir. A un lado apareció una serie de piedras talladas, además de las herramientas de trabajo de un artesano del Paleolítico inferior (E dad de la Piedra A ntigua). Los restos de excrementos humanos en un área en particular le conceden a esta zona la función de eliminación. E n esta forma, esta “vivienda” colectiva (alrededor de 12 individuos según los especialistas) presentaba área de trabajo, de preparación de comida, de dormir y de aseo personal, hace 4 000 años.

L os lugares de asentamiento del H omo erectus en un principio con los de su antepasado el Australopithecus, abarcaron casi la totalidad del África tropical y subtropical.



Gráfica 3 obtenida de “Arquitectura Habitacional” volumen II. 1,992. Arq. Plazola Cisneros



Gráfica 4 obtenida de “Arquitectura Habitacional” volumen II. 1,992. Arq. Plazola Cisneros

Sus restos indican que se dirigió hacia el Norte rumbo al continente Euroasiático pasando por el Valle del Nilo. Del Oriente próximo se trasladó hacia Europa siguiendo el cauce de los principales ríos y se extendió por los Balcanes³. Los emplazamientos de la costa sur europea del Mediterráneo y la Noráfrica hacen pensar que existió un nexo terrestre a manera de istmo en ese mar. Siguiendo otro camino, otros se ubicaron en el continente asiático, dirigiéndose hacia China y bajando hasta Java por un supuesto enlazamiento de penínsulas

Después del Homo erectus, el Homo sapiens pobló la Tierra entre 125 000 a 30 000 a. C. De esta especie, el conocido como Neandertal ocupa un lugar preponderante en cuanto a restos fósiles hallados. Fue el que se topó con más desafíos en cuanto a hábitat. Los asentados en Europa se adentraron en la tundra, los de África se establecieron en selvas de densas vegetaciones. En el Asia, los Neandertales ocuparon las llanuras del oeste de la URSS y las montañas del sur del continente. Incluso hubo algunos que se asentaron en zonas desérticas.

Para resolver su necesidad de refugio el hombre de Neandertal siguió ocupando cuevas y cabañas primitivas más evolucionadas que las de sus antecesores. La descripción de estas cuevas es la siguiente: "pieles extendidas en la entrada, y junto a esta puerta" se localiza el hogar que conservan permanentemente encendido, un aspecto importante es la aparición del culto a la muerte, lo que trae consigo un lugar para enterrar a sus muertos (Gráfica 5). Los grupos de individuos estaban formados por 23 y al parecer cada uno tenía preferencia por determinada área de la caverna para dormir. Según la abundancia de comida y las condiciones climáticas del lugar, la cueva era abandonada periódicamente para salir en busca de otros lugares que presentaran mejores oportunidades para procurarse alimento. En algunas ocasiones ocupaban otra cueva y, en otras, se construían cabañas (Gráfica 6). Al no disponer de cuevas, el hombre de Neandertal construía refugios parecidos a las actuales tiendas de campaña e, incluso, llegaron a construirlos dentro de las cuevas para procurarse mayor abrigo contra la humedad y frío interior de las mismas. La forma y materiales de construcción de estas casas son las siguientes: la estructura estaba constituida por ramas de árboles que se hincaban en el suelo en dos hileras paralelas. Estas hileras se apoyaban una contra otra



Gráfica 5 obtenida de "Arquitectura Habitacional" volumen II, 1,992. Arq. Plazola Cisneros



Gráfica 6 obtenida de "Arquitectura Habitacional" volumen II, 1,992. Arq. Plazola Cisneros

³ Cordillera del sureste de Europa, Los Balcanes limitan con la cuenca del río Morava al oeste, forman parte de la frontera entre Bulgaria y Ex-República Yugoslava de Macedonia, y continúan hacia el este unos 560 km atravesando el centro de Bulgaria con dirección al mar Negro. La anchura de la cordillera varía entre los 19 y los 32 kilómetros. Biblioteca de Consulta Microsoft © Encarta © 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.

utilizando un madero horizontal más grande, el cual tenía apoyos en los extremos. Para protegerse contra el frío y el viento extendían las pieles de animales sobre la estructura y ataban a las ramas por medio de hilillos de cuero. En la parte inferior del exterior de la morada colocaban piedras para estabilizar la estructura y a las pieles.

De esta manera nació la choza primitiva que, con el correr del tiempo, se fue haciendo más confortable y más amplia. Primero fueron aisladas y unifamiliares. Pero poco a poco se formaron verdaderas aldeas terrestres o lacustres (palafitos); en algunas partes las construían plurifamiliares (Gráfica 7 y 8).

Se cree que así fue como el hombre empezó a vivir en sociedad. Se alían en grupos a cazar animales para el sustento propio y de sus familiares. Tiempo después construyeron albergues para sus animales, convirtiéndose así en pastores.

También el hombre primitivo utilizó las cavernas naturales para habitar en ellas. En algunas de éstas los hombres de ciencia han encontrado pinturas y utensilios, de diferentes épocas.

En la época neolítica, o sea la segunda parte de la Edad de piedra, el hombre usaba el barro, la paja y las vigas unidas por medio de ligaduras, para construir sus cabañas y la piedra para sus templos o tumbas; tales como los menhires que eran grandes piedras monolíticas enterradas en forma vertical; los cromlechs eran una sucesión de menhires en forma de círculo y los dólmenes o cistas que se formaban con piedras verticales que sostenían a otras horizontales; estos últimos cubrían cadáveres de personajes importantes de las tribus. Los trilitos se componían de una piedra horizontal sostenida por dos verticales. El alineamiento era una sucesión de menhires en hilera. Los instrumentos de que disponían para ejecutar sus trabajos eran muy rudimentarios.



Gráfica 7 obtenida de "Arquitectura Habitacional" volumen II. 1,992. Arq. Plazola Cisneros

Cuando pudieron reducir el tamaño levantaban los muros de sus casas con pequeñas piedras superpuestas, uniéndolas con barro.

En las regiones boscosas construían sus casas de madera y ya inventaban algunos muebles rudimentarios, así como vasijas de barro cocido.

También moldearon pequeños bloques de arcilla que dejaban secar al sol y posteriormente los cocían.

Así fue como se inventó el mampuesto con lo que se empezó a construir la casa-habitación, siendo de esta manera más sólida y segura. Igualmente se da fin al periodo neolítico con el uso del ladrillo cocido como material de construcción.

El fuego lo colocaban contra la roca que servía de apoyo a la habitación y por un orificio en el techo salía el humo. Este debe haber sido el inicio de la chimenea, la cual después construyeron con grandes piedras colocadas verticalmente; para la salida del humo construían un conducto de cortezas de árbol amarradas con juncos y revestidas de arcilla.

En las llanuras desérticas del Asia Central no se encontraron vestigios de construcciones hechas por la mano del hombre. Esto se debió tal vez a que en esas grandes extensiones de tierra, las tribus eran nómadas, los hombres se dedicaban al pastoreo y cuando los animales se acababan los pastos de un lugar, se trasladaban a otro donde hubiera alimento, por lo cual sus refugios deben haber sido tiendas hechas a base de cueros de animales y sostenidas por estacas, por su fácil transportación.

Otra clase de refugio fueron los llamados palafitos. Al convertirse el hombre de nómada en sedentario, buscó las orillas de los ríos y lagos para proveerse del agua necesaria para regar sus siembras y cubrir sus necesidades, por lo cual construyeron sus casas sobre el agua (Gráfica 8) formando aldeas lacustres. Los materiales usados en esta clase de chozas fueron principalmente troncos de árbol y paja.

Los mongoles hacían sus cabañas con base circular; la armadura era de estacas sujetas a un aro de coronación que servía de ventilación en el techo.

Exteriormente la cubrían con fieltros de lana y por dentro con tapices.

En contraste con las anteriores, la cabaña de los baleares en Cerdeña tiene planta cuadrada, hecha con cañas de bambú y arcilla, el techo cubierto de bálago, tiene mucha pendiente.


Los nativos de África Central hacen sus chozas en forma de campana alargada con entramado de madera y paja, troncos y ramas.

El "gurbi" es la cabaña de los pueblos seminómadas de África Septentrional; puede ser de arcilla o de piedra.

Los dayaks, indígenas de Borneo, hacen sus casas con madera; los techos los hacen de paja, generalmente son grandes palafitos.

Las tiendas de los pueblos de la Península Arábiga eran en forma pentagonal, a base de estacas o pieles de cabra, separando por medio de cortinas de seda la parte destinada a las mujeres.





En el Lago Titicaca (entre Bolivia y Perú) aún existen hombres de raza primitiva, llamados “uros”, los cuales viven sobre islas artificiales en rústicas cabañas. Para trasladarse de una isla a otra construyen canoas de totora, especie de caña que aprenden a tejer desde pequeños y que utilizan también en la construcción de sus cabañas. Por estar constantemente en contacto con el agua las canoas son de poca duración. La productividad principal de los uros es la pesca, cuyo producto venden a los ribereños.

En Kirokita, de la isla de Chipre, las cabañas hechas de adobe eran de planta circular con cúpula en forma de colmena; en el interior estaban provistas de una plataforma elevada de madera, para colocar el lecho. Las cabañas de los campesinos de la India son oblongas.

Las aldeas de los habitantes de Java, llamadas Kampangs, constan de casas oscuras y frescas de dos piezas, una llamada pondopo hace las veces de recibidor y la otra, destinada a recámara y cocina, se llama omali; carece de orificios en el techo para la salida del humo y los pisos son de tierra.

Las cabañas de los polinesios están construidas con juncos, con fibras y con hojas de coco.

Los papúes hacen sus chozas sobre los árboles, principalmente higueras, cortan el tronco a una altura determinada y sobre él construyen una plataforma para en seguida hacer su cabaña, que de esa manera queda protegida.

De los esquimales se puede nombrar cuatro tipos o estilos de chozas que son: el Garmang, que esa a base de piedra, y para el techo usaban costillas de ballena; la tienda de campaña, para la cual utilizaban pieles de animales que cazaban; la cabaña de madera, hecha con tarimas y tierra; y el iglú, a base de bloques de hielo colocados en forma de caracol hasta darle la forma de cúpula y que forraban interiormente con pieles.

Los indios sioux viven en tiendas hechas con piel de búfalo.

Los llamados pies negros hacían sus chozas con ramas y pieles, dejando una rama movible en el techo para tapar o destapar, según las circunstancias del clima.

Las chozas de los indios que poblaron las regiones de los Grandes Lagos tenían los techos en declive. Las hacían de troncos, de corteza de árbol y con juncos u pieles, Estaban provistas de una puerta u algunas tenían una abertura en el techo para la salida del humo. Las llamaban wigwams.

Las de los indios seminolas de la Florida, eran simplemente cobertizos, ya que debido al clima las hacían sin paredes y entre el piso y la tierra dejaban un hueco porque el suelo era pantanoso. La estructura era de troncos de árbol y el techo de cuatro aguas a base de palmiche. Este tipo de choza se llama chiquis.

Las de los pigmeos son de muy poca altura. Las hacen formando una armazón curva por medio de varas largas cuyos extremos encajan en el suelo y después la recubren con grandes hojas y con lodo.



Las de los zulúes también son redondas y hechas con troncos y hierbas. Al conjunto de estas chozas le llamaban kraal.

A las chozas de los indios navajos las llamaban hogan.

Las chozas galas eran redondas a base de troncos de árbol con techos cónicos de ramas; carecían de ventanas y en la parte superior de la puerta colocaban el cráneo de uno de sus enemigos. A dentro de la cabaña hacían un agujero en el suelo, que les servía de fosa séptica, A algunas chozas las forraban interiormente con pieles de animales.

Las germanas eran de paja entretrejida, con el techo acopado, su construcción era muy sencilla, puesto que se cambiaban continuamente de lugar. Cada grupo contaba con un mirador hecho de madera y colocado sobre cuatro troncos grandes para que quedara elevada y poder observar los alrededores; sobre todo en tiempos de guerra.


Las chozas de los iroqueses eran de tipo colectivo; en ellas viven varias personas de una sola familia, o sean los abuelos, los padres, los hermanos solteros, las hijas casadas y sus esposos e hijos. A este tipo de casa le llaman “casa grande”, está construida con troncos de árbol superpuestos, revestidos con trozos de corteza o pieles, el techo le dejaban varias aberturas en la parte central para que saliera el humo de las fogatas que cada matrimonio hace para preparar sus alimentos. Como es una especie de galera, en los dos extremos dejan una puerta; carecen de ventanas. Por medio de pieles hacen las divisiones para separar los camastros de cada familia.

Los llamados “indios”, pueblos que habitaron el suroeste de Estados Unidos de Norteamérica, usaron el adobe y grandes vigas en la construcción de sus casas, que eran de varios pisos, para ser habitadas por numerosas familias. Los techos los hacían con vigas y ramas, y para tapar los huecos echaban varias capas de arcilla. Los cuartos eran pequeños y las escaleras por las que se daba acceso a los pisos superiores eran móviles, las colocaban en las plataformas que dejaban, puesto que iban reduciendo la superficie construida de acuerdo con la altura; al mismo tiempo, cuando tenían necesidad de sentirse protegidos, retiraban la escalera para que ningún extraño entrara.

Actualmente, en algunas partes del mundo, existen pueblos en los que sus habitantes viven en chozas todavía.

Estos tipos de refugio no se han considerado como casa-habitación propiamente dicha, ya que hasta que hubo una cierta diferenciación entre los distintos lugares destinados a varias funciones, fue que se crearon las auténticas casas-habitación. Es decir, separando las habitaciones destinadas para dormir, de las de preparar alimentos o de recibir visitas, etcétera.





Desde este momento se inicia la Arquitectura, ya que una de sus acepciones es: “Arte de construir de acuerdo con un programa y empleando los medios diversos de que se dispone en cada época.”

Frank Lloyd Wright dijo: “La Arquitectura es el triunfo de la imaginación humana sobre los materiales y los métodos.”

El filósofo alemán Schelling expresó: “La Arquitectura es música hecha piedra.”

William H. Prescott escribió: “La más segura prueba de civilización de un pueblo, por lo menos tan segura como cualquiera otra proporcionada por el arte mecánico, debe encontrarse en su Arquitectura.”

En realidad, por el estilo y materiales empleados en las construcciones, se ha hecho historia del mundo; ya que por sus templos se conoce su religión, por sus palacios, su gobierno y por sus fortificaciones, sus medios de defensa.

Los arquitectos de todos los tiempos pasados clasifican las construcciones en cuatro grandes grupos para diferenciarlas, éstos son:

- RELIGIOSOS: Tumbas, mezquitas, templos, etcétera.
- CASA HABITACIÓN: Desde las cabañas hasta los palacios.
- LUGARES PÚBLICOS: Circos, plazas, arcos de triunfo, teatros, etcétera.
- OBRAS PÚBLICAS: Acueductos, puentes, puertos, etcétera.
- MILITAR: Fuertes, fábrica de pólvora, cárceles, palacios.



2. Marco conceptual⁴

A l igual que sucede en el resto del país los habitantes de la colonia romec utilizan materiales que estén al alcance de sus posibilidades monetarias en tal caso construyen viviendas de adobe, esto por ser un material que no necesita de energía eléctrica, gasto en transporte de materia prima, etc. Lo cual lo hace un material de bajo costo. L os diversos tipo se de habitación de todos los tiempos, entendiéndose por ésta la morada o vivienda principal del hombre, se han derivado de varios factores principales como son: situación geográfica, clima, género de vida social y económico, materiales de construcción de que se dispone y habilidades del hombre, tanto manuales como mentales; se puede sumar a estos factores el adelanto actual en materia técnica.

L a mayoría de las personas que han hecho estudios de vivienda coinciden en afirmar que la vivienda es una necesidad básica del hombre y hablan de la vivienda como el satisfactor que permite mejorar el nivel de vida de la población, sin embargo no dan una explicación de las causas científicas de esa necesidad, ni logran explicar porqué grandes sectores de la población cuentan con una vivienda precaria o carecen de ella.⁵

Arena. E s un material de composición inorgánica de origen volcánico para fabricación de las mezclas y morteros, la más popular se le conoce con el nombre de “T alpetate” y es un tipo de arena amarilla con ciertas partes de limo y arcillas. Para la elaboración de estucos se utilizaron las arenas blancas y amarillas, tamizadas. Para hacer mezclas para repellos arenas amarillas y blancas gruesas, sin tamizar.

Arquitectura, arte o ciencia de proyectar y construir edificios perdurables. S igue determinadas reglas, con objeto de crear obras adecuadas a su propósito, agradables a la vista y capaces de provocar un placer estético.

⁴ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.

Parir Quelex, Julio Oswaldo. “Análisis, evaluación y propuesta de norma para construcción con adobe”. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. USAC. 2003.

⁵ “Todas las personas necesitan una vivienda, sus servicios y equipamiento complementarios; ATENDER ESA NECESIDAD debe ser uno de los OBJETIVOS BASICOS de todas las sociedades de nuestro planeta”... “Cuando todos los habitantes de la tierra tengan una vida sana, sin hacinamiento ni tensiones, sin riesgo indebido de enfermedades, sin contaminación, sin miseria ni suciedad y con acceso a satisfactores como la alimentación, el vestido y LA VIVIENDA, servicios higiénicos de abastecimiento de agua y eliminación de desechos, toda la humanidad habrá mejorado sus oportunidades de llevar una existencia feliz y satisfactoria”. Publicación del Banco Nacional de la vivienda —BANVI—: “Asentamientos humanos y su relación con los efectos producidos por el terremoto del 4 de febrero de 1976 en Guatemala”. Autor: Francisco Chavarría Smeaton. Arquitecto. planificador urbano-regional. Guatemala, abril de 1978. Pág. 25. (Mayúsculas y subrayado del autor)



Adobe. Masa de suelo mezclado a veces con fibras., moldeado en forma prismática y secado al aire

Adobe. Término empleado para designar un bloque constructivo hecho de tierra arcillosa y secado al sol. El adobe se ha utilizado durante siglos para construir casas y otras edificaciones en Babilonia, en el antiguo Egipto y en numerosas culturas europeas —especialmente en la zona meridional—, africanas y americanas.

Aire acondicionado. Los sistemas de aire acondicionado controlan el ambiente del espacio interior (temperatura, humedad, circulación y pureza del aire) para la comodidad de sus ocupantes

Arquitectura Vernácula. Una de las características principales de la arquitectura vernácula es el empleo de materiales autóctonos. Entre ellos, el más difundido en las zonas templadas y cálidas ha sido la tierra, que se puede utilizar cruda para fabricar adobes, tapias, bajareque o cocida en forma de ladrillos. Otro de los materiales de la construcción vernácula es la cal.


Bajareque, Técnica de construcción que consiste en una armazón de cañas recubiertas con fibras vegetales y barro.

Cal. sustancia sólida cáustica, blanca cuando es pura, que se obtiene calcinando caliza y otras formas de carbonato de calcio. La cal pura, llamada también cal viva o cal cáustica, está compuesta por óxido de calcio (CaO).

Calefacción. La calefacción eleva la temperatura en un espacio determinado, con respecto a la temperatura atmosférica, a un nivel satisfactorio.

Clima, efecto a largo plazo de la radiación solar sobre la superficie y la atmósfera de la Tierra en rotación. El modo más fácil de interpretarlo es en términos de medias anuales o estacionales de temperatura y precipitaciones.

Confort. Es el proceso relativo a la regulación de las condiciones ambientales con propósitos industriales o para las viviendas.



Ecología. Estudio de la relación entre los organismos y su medio ambiente físico y biológico. El medio ambiente físico incluye la luz y el calor o radiación solar, la humedad, el viento, el oxígeno, el dióxido de carbono y los nutrientes del suelo, el agua y la atmósfera. El medio ambiente biológico está formado por los organismos vivos, principalmente plantas y animales.

Ergonomía. Investigación de las capacidades físicas y mentales del ser humano y aplicación de los conocimientos obtenidos en productos, equipos y entornos artificiales. La aplicación de la ergonomía puede llevar a productos más seguros o fáciles de usar, como vehículos o electrodomésticos. La ergonomía también puede generar procedimientos mejores para realizar determinadas tareas, desde cambiar un pañal hasta soldar una pieza metálica.

Familia. (Ciencias sociales), grupo social básico creado por vínculos de parentesco o matrimonio presente en todas las sociedades. Idealmente, la familia proporciona a sus miembros protección, compañía, seguridad y socialización.

Humedad. Medida del contenido de agua en la atmósfera. La atmósfera contiene siempre algo de agua en forma de vapor. La cantidad máxima depende de la temperatura; crece al aumentar ésta: a 4,4 ° C, 1.000 Kg. de aire húmedo contienen un máximo de 5 Kg. de vapor; a 37,8 ° C 1.000 Kg. de aire contienen 18 Kg. de vapor. Cuando la atmósfera está saturada de agua, el nivel de incomodidad es alto ya que la transpiración (evaporación de sudor corporal con resultado refrescante) se hace imposible.

Junta. Distancia entre los extremos adyacentes de los componentes de la construcción.

Madera. Sustancia dura y resistente que constituye el tronco de los árboles y se ha utilizado durante miles de años como combustible y como material de construcción.

Mampostería. Obra hecha de piezas pequeñas unidas con mortero.


Medidas principales. Se comprende por medidas principales del adobe el ancho, el alto y el largo del mismo.

Mortero. Material de unión entre las unidades de mampostería, mezcla de cal o cemento con arena y agua que se utiliza para unir y enlucir paredes.

Piedra, mineral inorgánico o concreción de suelo, de origen sedimentario ígneo o metamórfico, usado de forma habitual en construcción.

Tapial. Sistema tradicional para la construcción de muros, compuesto por tierra estabilizada apisonada dentro de un encofrado de madera.

Ventilación. Los sistemas de ventilación controlan el suministro y la salida de aire, de forma independiente o en combinación con los sistemas de calefacción o aire acondicionado, para proporcionar el oxígeno suficiente a los ocupantes del recinto y eliminar olores.



Vivienda (arquitectura), espacio resguardado, adecuado como morada para el ser humano. Tanto si se trata de una humilde choza o de una mansión sofisticada, y al margen de su interés arquitectónico, la vivienda siempre ofrece un refugio seguro y es el centro de la vida cotidiana.

El Adobe

La técnica del adobe consiste en moldear, sin compactar, ladrillos con tierra dejándolos secar al sol. El ladrillo de adobe elaborado durante milenios, es uno de los primeros materiales de construcción utilizados por el hombre, el término “A D O B E ” que viene del egipcio “T H O B E ” que significa ladrillo, dio nacimiento a la palabra árabe “A T T O B ” convertida en “A D O B E ” en español y “T O U B ” en francés, se le conoce también bajo el nombre de “Ladrillo de Tierra cruda” y “B A N C O ”, los hay de múltiples formas: cónicos, periformes, hemisféricos, dentiforme, plano convexo. Estas formas se sitúan históricamente entre el moldeado manual de tierra en forma de bolas y la aparición del molde regular, “los primeros ladrillos de tierra que se ensayaron, fueron probablemente amasijazos de arcilla, burdamente hechos, secados al aire y endurecidos por la acción del sol⁶”.

El arqueólogo José Imbelloni en su obra propone la siguiente hipótesis sobre la evolución del adobe: “Los primeros ladrillos fueron cónicos, después aparecieron los adobes cilindro-cónicos, luego los de forma semiesférica, posteriormente los dentiformes y finalmente los paralelepípedos, fue luego de muchos tanteos que la forma del adobe evoluciono en el curso de los siglos...”

El uso del adobe en la antigüedad⁷

Según un documento extraído del “Diccionario de la Biblia” de Vigoroux (1912), sabemos que el trabajo del adobe era más rápido y fácil que el de la piedra, tenía la ventaja de utilizar mano de obra muy económica (prisioneros de Guerra). Niveles y base cuadrada de 165 x 170 m, fue construida con este tipo de adobe, L arco Hoyle describe un aparejo posible: los ladrillos se colocan “punta contra punta”, la forma de pera, frecuentemente en la construcción de viviendas desde hace mas de 500 años, hoy todavía se encuentra en Togo, en el Norte de Nigeria (gráfica) llamados “Tubali”, los ladrillos se fabrican sin molde, con una mezcla de tierra y paja, los muros tienen un espesor de dos o tres ladrillos, en la primera hilada los tubalis se colocan sobre su base mayor y la hilada siguiente se colocan al revés, para continuar de esta manera.

⁶ Dr. Arq. CEBALLOS ESPIGARES, MARIO F: Documento del segundo curso taller de Conservación y restauración de la Arquitectura de Tierra. Desarrollado en el Palacio de los Capitanes, Antigua Guatemala, Guatemala, del 07 al 11 de junio de 2004.

⁷ Ídem



El uso del adobe en Babilonia⁸

Se tenía la materia prima a la mano, generalmente en el mismo sitio de la construcción; se procedía a amasar la tierra y a añadir el agua, se pisaba con los pies esta mezcla, en grandes cubetas sin profundidad, para dar más consistencia a esta tierra remojada. Se añadía paja, arcilla amasada y se metía en moldes casi cuadrados, produciendo adobes de mayor tamaño que los que se hacían en Egipto. Sus lados medían entre 20 y 40 cm., por 5 a 10 cm. de espesor. La dimensión más utilizada fue la de 315mm, de lado, generalmente eran expuestos al sol, así que durante los meses de verano secaban rápidamente, el primer mes del verano, el SIVAN, era llamado “el mes del ladrillo”, a veces, apenas medio secos, se les utilizaba, de manera que al amontonarlos, formaban una sola masa, en la cual no se distinguían los ladrillos, sino los diversos tintes de las capas superpuestas, el ladrillo crudo, bien secado al sol, en un clima tal, adquiere una gran solidez; sin embargo no resiste la acción prolongada del agua. A fin de hacerlo más resistente, se cocía una parte en hornos especiales, y para que la cocción fuera más fácil, y el ladrillo secura completamente y endureciera sin calcinarse, se hacía más pequeño que el ladrillo crudo, su color era diferente: en lugar del tono blanquecino o amarillo claro del ladrillo crudo, este tendía hacia el rojo oscuro, ambos se marcaban en una esquina con el nombre del príncipe reinante: se imprimían sus nombres y títulos sobre una superficie aun blanda, con una especie de sello. En las construcciones se empleaban dos clases de ladrillos: más frecuentemente en Nínive que en Babilonia (cimientos y revestimiento de los muros / terreno húmedo / lluvias torrenciales). El pueblo no disponía sino de ladrillos crudos, para pegarlos. (Por ejemplo los asirios). Con humedecer las paredes con ladrillo crudo, lo cual sumado a la carga que soportaba, producía una adherencia suficiente. Pero en Caldea, se empleaban diversos cementos: un simple mortero de arcilla para el interior de las casas con muros generalmente burdos, o un mortero de cal en las grandes edificaciones (en Birs – Nirroud), como también una mezcla de ceniza y cal (en Megheir) donde aún se utiliza con el nombre de “Charour”, para lograr una solidez a toda prueba se tenía un cemento natural característico de Caldea: el betún o asfalto; además, cañas colocadas entre las hiladas, a intervalos regulares, daban mayor solidez y cohesión a los muros. Se ha constatado más de una vez y Heródoto lo había notado respecto a Babilonia.

“A medida, -dice-, que se cavaban las zanjas, se convertía la tierra en ladrillos y cuando se tenía una cantidad suficiente se les hacía cocer dentro de los hornos, enseguida como un mortero se empleaba el betún caliente y cada treinta capas de ladrillos se colocaban camas de caña entrelazadas”.

⁸ Dr. Arq. CEBALLOS ESPIGARES, MARIO F: Documento del segundo curso taller de Conservación y restauración de la Arquitectura de Tierra. Desarrollado en el Palacio de los Capitanes, Antigua Guatemala, Guatemala, del 07 al 11 de junio de 2004.



El uso del adobe en Grecia⁹

A lfi los edificios públicos al igual que las construcciones privadas en diferentes épocas, fueron construidas con ladrillos crudos, que representaban “La marca del hombre civilizado”, en la Arquitectura griega, la tierra jugó un papel importante, como elemento decorativo o de construcción. Desde la antigua Grecia la técnica del adobe no cambia sustancialmente (escogencia de una buena tierra, humedecimiento, mezcla de paja cortada y amasado con los pies). Plinio afirma que dos atenienses (Euryalos e Hyperbios), habían sido los inventores de los ladrillos y la construcción con tierra.


El uso del adobe en América¹⁰

En el continente americano, la vida nómada de los grupos de cazadores-recolectores dura varios miles de años, antes de experimentar con la agricultura, en América Central el cultivo del maíz permitió crear las primeras aldeas permanentes.

Mesoamérica: en el curso de la segunda mitad del período formativo (1200 a.C. – 300 d. C.) surgen varios centros de civilización que se dan una organización compleja, centrados en un urbanismo de centros religiosos. Las viviendas aparentemente constituían un sistema abierto de pequeñas casas cuadrangulares, construidas con materiales ligeros, como la madera y argamasa o bolas de tierra, cubiertas con palmas, el uso del adobe aparece entre 500 a. C. y 600 d. C., según sea el grado de complejidad y de la jerarquización de estas sociedades, la piedra se utiliza como paramento de los “teocalli”, esos túmulos de tierra coronados con santuarios, durante el período clásico (300 - 900 d. C.) en Teotihuacan se alza la pirámide del Sol, construida sobre una base cuadrada de 225 metros de lado, por una altura de 63 metros. En el siglo XII, los Aztecas ocuparon los islotes pantanosos del lago Texcoco (sitio de México) y erigieron allí lentamente su capital, Tenochtitlan, una ciudad espléndida, descrita por los cronistas contemporáneos de la conquista española, en la cual cuatro regiones administrativas se desplegaban en torno a un centro cultural, Los sectores residenciales se extendían por más de mil hectáreas, los palacios contaban con un nivel administrativo y un nivel residencial y de recepciones superpuestos, las casa de revoques de colores y techos aterrizados son de un solo piso, sonstruídas como volúmenes depurados, con adobes blanqueados a la cal, la piedra queda reservada para los palacios, templos ceremoniales y para las obras de defensa.

⁹ Dr. Arq. CEBALLOS ESPIGARES, MARIO F: Documento del segundo curso taller de Conservación y restauración de la Arquitectura de Tierra. Desarrollado en el Palacio de los Capitanes, Antigua Guatemala, Guatemala, del 07 al 11 de junio de 2004.

¹⁰ Ídem



En la América Andina, en la época Chavin (1000 -200 a. C.), las murallas de estelas grabadas en el sitio de Cerro Sechin rodean a un templo de adobes de forma cónica, el uso de la tierra se desarrolló masivamente en la civilización costera de los Mochicas (siglos II – VIII d.C.) los canales de regadío mochicas son verdaderos diques – acueductos de tierra apisonada y adobes. A lo largo del río Moche se levantan las pirámides más grandes que jamás se haya erigido con adobes: la “Huaca del Sol” y la “Huaca de la Luna”, su estructura interna consta de pilares unidos con adobes paralelepípedos, en el siglo XI, Chan Chan, la capital del imperio Chimú, se construyó enteramente de adobes secos, este conjunto rodeado por una enorme muralla de tierra, se extiende sobre más de veinte kilómetros cuadrados, abarcando una docena de palacios amurallados.

En América del Norte las culturas nativas del sudoeste desarrollaron tempranamente el uso de la tierra para construir. La casa – foso de los Hohokam (Snaketown, Arizona) tienen una estructura de madera recubierta con tierra (período colonial, 500-1100 d. C.).

El período “Basket - Maker I y II” (0-500 d. C.) está marcado por viviendas de casas-foso circulares (Shallow-Pit-houses) de postes de madera y ramas tapizadas con tierra, con la secuencia de Basket – Maker III” el plano se vuelve rectangular con la forma de una pirámide truncada en su parte superior, siempre de madera y tierra (Mesa Verde), con las fases “Pueblo I y II” (700 -1100), la estructura de madera de las viviendas de superficie se hacen más sólida y se construyen muros con argamasa (Wattle – House) o con bolas de tierra que rellenan los intersticios de la armazón “Jacal – Houses”.

Tras la difusión alcanzada en los sitios de los cañones de Nuevo México (Mesa Verde, Chaco Canyon, 1100-1300), los Anasazi emigran hacia otros lugares de las mesetas o valles, a lo largo del Río Grande y del Río Puerco, las tierras arenosas y limosas de las terrazas aluviales proporcionan el material básico.

La arquitectura de los Indios Pueblos es un testimonio de este dominio perfecto del adobe, en Taos, las habitaciones apiladas generan una forma piramidal con cierta inclinación, los muros de adobe se revocan con tierra mezclada con paja cortada muy finamente, con bolas de tierra presionadas y alisadas a mano, las techumbres de vigas cubiertas de paja se recubren con tierra apisonada, esta vivienda tan elaborada sirvió de modelo para la arquitectura Hispano-Mexicana de adobe que se adoptó mas adelante en estas regiones del sudoeste de los estados Unidos. Hoy, el adobe y la tierra apisonada se asocian al fabuloso desarrollo que ha experimentado la arquitectura solar, en todas estas regiones.




El uso del adobe en Guatemala¹¹

En Guatemala al referirse al adobe, se entiende lo que comprende tres sistemas constructivos: el bajareque, el tapial y la mampostería de adobes. Todos ellos con amplia tradición prehispánica ya utilizada desde hace 3,500 años por los habitantes de Kaminaljuyu, notable urbe comercial y cultural del período pre clásico tardío (1,500 - 200 dC) localizada en la Nueva Guatemala de la Asunción, capital de la República. En donde se utilizó la tierra apisonada y los mampuestos de adobe, para la construcción de sus templos y monumentos sagrados.

En cuanto al Bajareque también se le conoce desde hace mucho tiempo, porque se sabe fue el sistema utilizado por los mayas para construir sus viviendas en varias partes de mesoamérica, tal y como lo demuestran los vestigios encontrados en Joya de Cerén, en El Salvador (600 dC). Pero el adobe se utilizó también en los sistemas constructivos de las construcciones religiosas, civiles y militares de los conquistadores españoles. Que en un 60% permanecen como parte del Patrimonio Cultural de la Nación en lugares como la Antigua Guatemala, La Nueva Guatemala de la Asunción, Totonicapán, Quetzaltenango, Comalapa, Chiquimula, Chichicastenango y otros. Con la dominación española, se dio una transculturización y aporte de los indígenas que subsisten todavía en muchos lugares del país. A pesar de que la independencia, la República, la industrialización y la era moderna, caracterizadas por la ejecución de proyectos de gran envergadura en donde se hizo notorio el uso de materiales modernos e industrializados, no lograron desplazar al adobe, ya que se siguió utilizando sobre todo en el área rural, en la costa y la tierras áridas, como parte de la arquitectura popular y vernácula. El adobe como tal sufre un estancamiento, pues se dejó de utilizar en gran escala después del terremoto de 1,976, debido a la campaña de desprestigio por parte del gobierno de turno y los medios de comunicación para dar paso a la ayuda internacional con nuevas alternativas de viviendas, como fabricación de concretos, estructura de lámina y metal, tabla, prefabricados de concreto, estructura de lámina tabla yeso y otros.

Actualmente han tenido un resurgimiento en el ámbito popular debido sobre todo al alto costo de vida y al encarecimiento de los materiales de construcción como hierro, cemento, block, etc. En la zona del altiplano central se está utilizando mucho desde hace más o menos 7 años y se nota combinado con otros materiales no tradicionales como columnas de concreto, laminas de zinc y estructura de metal. Con el resultado de la firma de la paz y la posguerra, los tratados han logrado que los refugiados retornen al país, lo que ha hecho necesario construir nuevos poblados o centros de poblamiento en diferentes regiones. Pero otra vez la ayuda internacional no ha incluido al adobe, porque se necesita que dichos asentamientos se construyan rápido y con los sistemas enviados por los países “amigos”, aunque esto suponga trasladarlos 300km y algunas veces sin carretera. En cuanto a los inventarios nacionales se cuenta con el inventario general por departamento de la arquitectura monumental y sus materiales; en el caso del centro histórico de Antigua Guatemala y la Nueva Guatemala se tienen el inventario de viviendas y

¹¹ Ídem



arquitectura monumental con su descripción general hasta edificaciones construidas en 1944. En el centro histórico de Quetzaltenango, se está elaborando actualmente el inventario. Por aparte el último censo de vivienda realizado en 1994 cuenta con datos generales del material de que están hechas las viviendas y está más enfocado al punto de vista social. En lo referente a la educación para el uso del adobe, su manejo y mantenimiento, no existe ninguna institución que se dedique a esta tarea. Escasamente dos dependencias gubernamentales y una no-gubernamental han editado algunos manuales y folletos indicando la manera lógica y adecuada de construir una vivienda con mampuestos de adobe, realizados entre 1980 y 1985, y con poca difusión en el área rural.

En general se puede decir que no existen normativas oficiales para poderlas aplicar específicamente a los tres sistemas conocidos, tapial, bajareque y mampuestos de adobe. Los reglamentos de construcción solo contemplan normas para el concreto, bloc y prefabricados de metal. Dentro de las investigaciones de la Facultad de Arquitectura, se recopiló en 1979 una especie de normativos o reglas que deben de seguir los constructores del altiplano central, incluyendo la Antigua y la ciudad capital, los cuales se incluyen en la ponencia. Estas reglas no tuvieron mayor difusión, pues en esa época se consideraba al adobe un sistema constructivo en vías de extinción. En cuanto a redes y centros institucionales de referencia, se puede decir que hay un incipiente interés en el adobe, destacando instituciones como el CONCYT, que busca alternativas de viviendas para los sectores regulares. Para poder entender la situación del adobe en Guatemala, es necesario hacer referencia a los factores climáticos propios de las regiones del país, de manera general se dan sólo dos estaciones: verano (soleado) e invierno (lluvia), que tienen una duración de 6 meses cada una. Además la mayoría del territorio nacional tiene una humedad promedio mayor del 80%. Es importante recordar que Guatemala es un país con historial sísmico y que desde la época colonial ha sido la mayor preocupación para los constructores, pues cada 25 años promedio sucede un sismo, lo que falla se elimina y se conserva lo que resiste. Además se incluye una tabla con la relación histórica y sísmica de la región ya que estamos entre la placa de Cocos y la del Caribe que están en constante acomodamiento, y tanto las dos placas tectónicas, Antigua como la Nueva Guatemala, están localizadas dentro de lo que es la Falla del Motagua entre otras, que han sido la más letal en la historia. Para concluir tenemos que el adobe, se usó, se usa o se seguirá usando en Guatemala a pesar de que las políticas oficiales lo desconozcan como sistema constructivo. A pesar de ser un territorio con alto grado de riesgo sísmico, se pudo llegar a mejorar el adobe, ya que hasta el momento se sigue usando pero con los mismos errores del pasado que provocaron su desconfianza. La idea central para enfocar el camino a seguir es primero, concientizar a las autoridades y habitantes de su importancia, economía y disponibilidad, para la realización de obras en el interior del país. Segundo propiciar la investigación en el campo de mejoramiento, uso, manejo y mantenimiento adecuado, principalmente en la Universidad estatal, que juega un papel importante en esta tarea; así también en las instituciones técnicas dedicada al campo de la construcción.

PERIODO COLONIAL:

Los Materiales de Construcción en Santiago de Guatemala (hoy Ciudad Vieja)¹²

El 25 de julio de 1524, don Pedro de Alvarado fundó Iximché, en Tecpán, Guatemala, bajo la protección del Arcobispado de Santiago, la primera capital y formó el primer ayuntamiento, en el lugar que era el reino cachiquel. Al trasladarse a Ciudad Vieja llegó Almolonga, llega el cuerpo edilicio ya existente llamado entonces cabildo, compuesto por Alfonso de Reguera, escribano, Diego de Roxas, Baltasar de Mendoza, Pedro y Hernán Carrillo, Juan Pérez Dardón y Domingo Zubarieta, Alcalde y regidores. Pedro Portocarrero.

Tierra: La técnica de construir con tierra es muy antigua, ya la usaban los indios antes de la llegada de los españoles. En Europa también la usaron los árabes cuando conquistaron España. Durante la colonia este material se utilizó con la fusión de las dos culturas. Sus características más importantes son cohesión¹³, compactación, plasticidad entre otras. Todo esto debido a la presencia de arcilla que actúa como aglutinante¹⁴ natural. De la tradición de construir con tierra en Santiago se pueden conocer tres sistemas. La fabricación de mampuestos de adobe, la tierra apisonada o Tapial y el Bajareque.

La Arena: Es un material de composición inorgánica de origen volcánico y muy utilizado en Santiago como agregados para fabricación de las mezclas y morteros, la más popular se le conoce con el nombre de "Tlapetate" y es un tipo de arena amarilla con ciertas partes de limo y arcillas. Para la elaboración de estucos se utilizaron las arenas blancas y amarillas, tamizadas. Para hacer mezclas para repellos arenas amarillas y blancas gruesas, sin tamizar.

La Cal: Es un material extraído de la piedra caliza abundante en Chimaltenango a unos 20 Km. Para procesarla se cuece en hornos para cal, la cual con la temperatura cambia sus propiedades y al



Imagen obtenida de Internet

¹² Dr. Arq. CEBALLOS ESPIGARES, MARIO F: Documento del curso de Análisis de la Arquitectura Colonial, pensum 95', Guatemala enero de 2002.

¹³ Fuerza de atracción que las mantiene unidas. Microsoft® Encarta® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation.

¹⁴ Que se adhiere tenazmente

agregarle el agua produce la cal. Es muy utilizada para preparar mezclas, morteros, estucos, blanqueados y pintura. “Para prepararla se echan los terrones de cal que han salido del horno quebrándolos en agua, se dejan podrir por varias semanas, hasta que se vuelve una lechada o atol”.

La Piedra: Es muy abundante en el territorio aledaño a Santiago por las constantes erupciones volcánicas. Se puede trabajar o colocar en bruto, para trabajarla se necesita ser maestro “cantero” con mucha experiencia ya que hay que saber extraerla de la cantera, controlarla tallarla y transportarla, de piedra se fabricaron muchas partes de las construcciones como lavaderos, sillares, marcos de puertas, alféizares (de ventanas), tazones para fuentes y búcaros, pilas guardacantones, etc.

La Arcilla: Material abundante cerca de Chimaltenango, después de extraerlo y mezclarlo con agua se deja podrir un largo tiempo, cuando la mezcla está lista es fácil moldearlo con moldes de madera de diferentes dimensiones según sea el caso, ya que hay varias dimensiones de ladrillos, baldosas, tejas y tuberías. Cuando están ya moldeados y secos se ponen a cocer en un horno de leña a cielo abierto, se deja enfriar y está listo para transportarse y utilizarse, también este material es básico para la elaboración de la mayólica¹⁵ que se usó como azulejos, vajillas, pisos, lavamanos, búcaros y utensilios como candelabros, alcancías, fuentes, etc.

La Madera: Las fuentes de abastecimiento de la madera fueron las tierras altas como Tecpán, Chimaltenango y las Verapaces en donde existen abundantes bosques de pino, ciprés y encino. Las dos primeras se usaron para la construcción y la última para combustible para la producción tanto de ladrillo como de cal, entre los usos más importantes de la madera podemos mencionar: en el proceso de construcción como andamios, formaletas y puntales; como cubiertas en artesones, vigas, tendales, canes, zapatas, azoteas españolas; como acabados en puertas y ventanas y en el mobiliario.



Imagen obtenida de Internet



Imagen obtenida de Internet

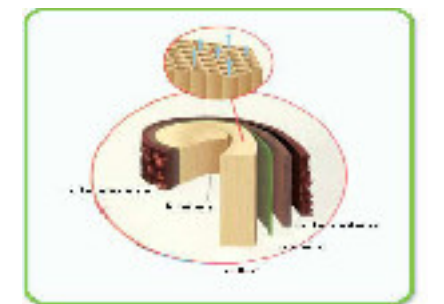


Imagen obtenida de Internet

¹⁵ Loza común con esmalte metálico, fabricada antiguamente por los árabes y españoles, que la introdujeron en Italia.



La Paja : La paja se utilizó mucho durante la colonia como cubierta para las construcciones provisionales y sobre todo en las primeras fundaciones porque es muy fácil de instalar y tiene una durabilidad de unos 10 años, abunda en las laderas de los volcanes, estando Santiago rodeada de tres.



Imagen obtenida de Internet

El Hierro: El hierro era traído de España en lingotes o barras y fundido en el taller del herrero modelado a golpes cuando está al rojo vivo en una fragua. Con hierro se hacían rejas, balcones, ejes y ruedas para carretas, herramientas y utensilios, posteriormente en el siglo XVIII se descubre una mina de hierro cerca de la frontera con el Salvador y se construye una fábrica donde se procesa el hierro en la hacienda Montecristi, Metepán.



Imagen obtenida de Internet

Los Sistemas Constructivos (Muros – Cubiertas)¹⁶

El Bajareque – La Paja

A juzgar por las descripciones de los cronistas las primeras construcciones durante la conquista, como templos y conventos de las ordenes religiosas, fueron construidas efímeramente¹⁷ con materiales como la paja y el bajareque, el bajareque es un sistema constructivo que consiste en una armazón o estructura de cañas forradas con lodo. El ejemplo más claro lo tenemos en las primeras edificaciones erigidas en el segundo asentamiento de Santiago de Guatemala (hoy Ciudad Vieja), también se tienen noticias que así fue construido León Viejo en Nicaragua a orillas del Lago, incluso la primera catedral en el reino fue construida



Imagen obtenida de Internet

¹⁶ Dr. Arq. CEBALLOS ESPIGARES, MARIO F: Documento del curso de Análisis de la Arquitectura Colonial, pensum 95', Guatemala enero de 2002.

¹⁷ Pasajero, de corta duración



con paja y bajareque,¹⁸ es importante anotar que la paja para techar no es un sistema introducido por los españoles ya que los indígenas conocían su uso.

Los techos de paja fueron principales materiales para cubrir importantes estructuras prehispánicas, este mismo tipo de cubierta se utilizó para las casas de villas y poblados ya que resultaba ser más adecuado.

Otro material constructivo muy utilizado sobre todo en climas cálidos, así como en lugares altos y fríos, es la caña de maíz, los ranchos son construidos con paredes de caña cubierta de paja.

De esto podemos concluir que los primeros pobladores del Reino de Guatemala, emplearon materiales y métodos constructivos prehispánicos durante la primera mitad del siglo XVI, especialmente la construcción de viviendas y en algunos casos hasta en edificios públicos temporales mientras se concluían las construcciones formales. El bajareque se utilizó en muchos lugares, pero es famoso el convento de los frailes dominicos en Chiapas con techo de paja. Este sistema se continuó utilizando en todo el reino durante el siglo XVI, mientras se fundaban ciudades o Villas; el curato de Jutiapa (Guatemala) tuvo una singular iglesia, construida formalmente con paredes de bajareque y cubierta de paja, también los de San Pedro Sacatepéquez tuvieron una iglesia similar terminada a fines del siglo XVII¹⁹

El Adobe y la Tierra apisonada.

Paja y/o teja

El adobe es un sistema constructivo procedente del Mediterráneo de influencia árabe introducido por los españoles, durante la conquista, consiste en la elaboración de piezas rectangulares de arcilla con molde, secadas al sol, estas piezas sirven de mampuestos para levantar muros, pegados unos a otros con arcilla, aunque en América ya se conocía este sistema, en el sur de Estados Unidos por los indios Taos y en Sudamérica por los incas, el promedio de adobes utilizados es de 8" (20.32 cm) de ancho por 30" (76.2 cm) de largo y una proporción de más que barro. En Guatemala el adobe utilizado durante la colonia fue de 2 ½" de espesor x 8" (20.32 cm) de ancho y 24" (60.96 cm) de profundidad, lo que da una superficie 5 veces más espesa y mucho más pequeña que los mampuestos utilizados por los incas.²⁰



Imagen obtenida de Internet

¹⁸ FERNANDEZ OVIEDO Y VALDEZ, GONZALO. "Sumario de la Natural Historia de Indias, 1478-1557"

¹⁹ FUENTES Y GUZMAN, FRANCISCO ANTONIO Ob. Cit.

²⁰ MARCKMAN, SIDNEY. Ob. Cit. Pagina 58.



Después de la catástrofe de 1541, en donde fue destruida la ciudad de Santiago en el valle de A Imolonga, la capitanía se traslada en 1542 al valle de Panchoy, una de las principales razones para escoger este valle y fundar allí la nueva capital fue la abundancia de tierra apropiada para la fabricación de adobes.²¹ La tierra apisonada es un sistema constructivo de los fenicios, de allí paso al cercano oriente, luego al norte de África, por los arabes a España y así hasta América. En Santiago se popularizó con el nombre de Tapias o Tapial²², consiste en la fabricación de muros de 0.60m y de mas de 3m de altura, con la nueva fundación en el valle de Panchoy y para la repartición de solares entre los vecinos se procede a elevar paredes perimetrales de tierra apisonada como signo de la toma de posesión.²³ Fue muy frecuente encontrar este sistema constructivo en las casas de habitación siendo utilizado todavía a finales del siglo XVII y en algunos hasta mediados del siglo XVIII, se utilizaba por diversas razones, ya fuera por fundar un pueblo o por construir provisionalmente después de una catástrofe, lo que era frecuente en Santiago.

El Calicanto – La Teja

A finales del siglo XVII se empiezan a dar en Santiago de Guatemala las condiciones para construir más formalmente sobre todo con los sistemas y métodos utilizados por los españoles, situación que se transmite a toda la provincia, el Calicanto es un sistema constructivo consistente en cimientos de piedra y muros levantados pegados con mortero de cal, utilizando pedazos de ladrillos como rellenos en los espacios entre piedra y piedra, teniendo de hasta 0.80m a 1.00m de espesor y alturas superiores a los 6 metros; es aquí donde empieza el artesón de madera con cubierta de teja que da como resultado una apariencia europeizante. Estos métodos constructivos se toman como símbolo de adelanto económico y de progreso, ya que no es lo mismo construir con bjureque y techo de paja que construir con calicanto y artesón de madera cubierto con teja.²⁴

Las tejas se fabricaron muy cerca de Santiago en San Miguel el Tejar, Chimaltenango, donde abundan bancos de arcilla. La elaboración de tejas y ladrillos de barro cocido es un método trasplantado por los españoles, aunque las casas de barrio de los vecindarios pobres de Santiago, siempre fueron con características rudimentarias y techadas con paja,²⁵ se puede citar como ejemplo algunos pueblos de indios que tuvieron edificios públicos y casas enteajadas, consideradas como poblaciones progresistas, tal es el caso de Patzún.²⁶



Imagen obtenida de Internet

²¹ JUARROS, DOMINGO. Ob. Cit. Pagina 85.

²² Trozo de pared que se hace con tierra amasada

²³ REMESAL, FRAY ANTONIO de Ob. Cit.

²⁴ Según descripciones de cronistas, CORTÉS Y LARRAZ, DOMINGO JUARROS, FRANCISCO XIMÉNEZ y otros.

²⁵ Según Cortés y Larraz, en el censo de 1740, habían en Santiago 1802 casas de teja y 1150 de paja.



Tapiales con rafas de Ladrillo – Teja

Los franciscanos después de las Reales Ordenes²⁷ de 1558 y 1573, empezaron a construir más formalmente, en 1586 cuando fray Alonso Ponce visitaba los conventos franciscanos a lo largo del reino de Guatemala que estaban en construcción, en muchos era común el reemplazo de los materiales: muros de bajareque por muros de tapial con rafas²⁸ de ladrillo y contrafuertes de piedra, y reemplazo de techo de paja por el de teja. Entre los que sobresalen, Itzalco, Sonsonate, Ciudad vieja, Zamayaque, Quetzaltenango, San Miguel Totonicapán y Comalapa.²⁹ Ponce estaba impresionado con el convento franciscano de la Ciudad Vieja, el cual tenía un claustro de dos niveles, un jardín y una iglesia. Construido todo de tapial con rafas de ladrillo y contrafuertes de piedra y cal, es evidente la práctica de construir muros con contrafuertes lo cual es relevante en la arquitectura actual, en muchas bóvedas como sucede en las iglesias de Santa Cruz y los Remedios de Antigua, los frailes franciscanos visitantes coinciden³⁰ en que las edificaciones de finales del siglo XVI construidas con tierra apisonada y reforzadas con contrafuertes de mampostería de piedra tuvieron corta vida y no eran adecuados para soportar la fuerza telúrica. Fray Francisco Vásquez,³¹ escribe a principios del siglo XVIII que era importante no profundizar en los cimientos para que las edificaciones no fueran afectadas por los sismos por lo que se recomendaba debían ser más superficiales.

Mampostería con morteros de Cal – Artesón de teja, bóvedas, cúpulas, chimeneas, etc.

Hasta finales del siglo XVII se empezó a utilizar como práctica común la construcción con piedra y ladrillo, pegado con mortero de cal aunque el tapial no desapareció, combinando ambos sistemas de marcos estructurales de piedra y ladrillo (arco), rellenos con tierra apisonada. Se cita como ejemplo el convento de San Francisco y la real Audiencia de Antigua, en el siglo XVII los ladrillos fueron empleados en variedad de sistemas, primero en combinación de muros de tapial, segundo como rafas en muros de ladrillo y piedra, tercero para bóvedas, arcos, pilastras y cúpulas, y cuarto como material de decoración en estuco,

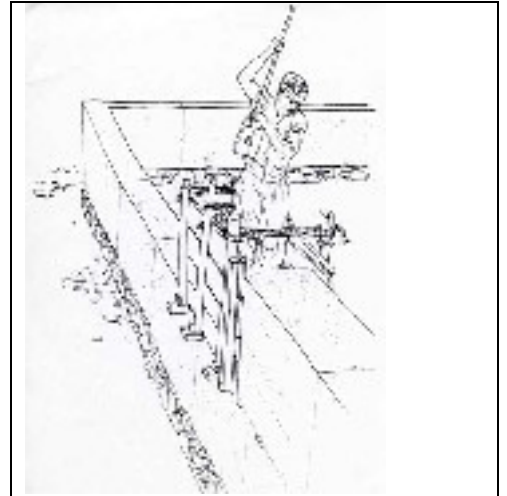


Imagen obtenida de Internet



Imagen obtenida de Internet

²⁶ MARCKMAN, Sydney. Ob. Cit. Pagina 30.

²⁷ Cédula real de Felipe II, que ordena la construcción más formal de iglesias, conventos y edificios públicos, eliminando el uso de bajareque y paja.

²⁸ límite externo o superior de algunas cosas

²⁹ PONCE, Fray Alonso, Ob. Cit.

³⁰ Ponce, Pedroza y Montero de Miranda.

³¹ VÁSQUEZ, Fray Francisco "Crónica de la Provincia del Santísimo"



incluyendo molduras y esculturas en fachadas. Después de la primera mitad del siglo XVII, los indios tuvieron más experiencia en la fabricación de ladrillos y para finales del XVIII se establecieron en algunos pueblos cercanos a la Antigua fábricas de ladrillo. Los habitantes de Chimaltenango y las villas cercanas empezaron a especializarse en la manufactura de teja y ladrillo, los más solicitados fueron los de San Miguel Morazán, llegando su costo a ser cinco pesos más que los de otros lugares.³²

Sillería

En el siglo XVI las esquinas están frecuentemente resueltas con sillares verticales con la arista ligeramente curva y solamente en los paramentos labrados en la pared baja de las construcciones a veces los sillares son de grandes dimensiones, tendencia que podríamos apodar megalitismos. Todos estos fenómenos pueden explicarse por el uso de instrumentos no metálicos, los muros de sillares semi labrados presentan hiladas no perfectas, con amplias juntas, para poder nivelar, el uso de lodo como argamasa es la probable razón de la permanencia del uso prehispánico del “Rajueado” en las juntas, hechos con pequeñas lajas de piedra o pequeños trozos de piedra tanto en muros de adobe como de mampostería.

³² RECINOS, Adrián. Ob. Cit.





3. Marco Legal

Normas Nacionales e Internacionales para uso de estructuras de adobe

Introducción:

En regiones propensas a movimientos sísmicos, las resistencias de las construcciones a estos impactos es hoy en día una condición imprescindible. La elección de los materiales de construcción depende de la disponibilidad; los conocimientos y experiencias locales relacionados a la construcción y la aceptación. El barro como material de construcción a perdido credibilidad debido al desconocimiento de sus amplias posibilidades, al prejuicio de ser considerado el “material de los pobres” y a que gran parte de las viviendas recientemente construidas en tierra colapsaron por el efecto de los últimos sismos. En varias regiones Andinas propensas a movimientos sísmicos la utilización del adobe para la construcción esta prohibida, en Mendoza, Argentina por ejemplo más del 80% de la población rural sigue construyendo sus viviendas con adobe a pesar de estar prohibida la construcción con dicho material. Este fenómeno se debe a los costos elevados del hormigón armado y el ladrillo, se debe tener en cuenta que algunas viviendas de tapial del siglo XVIII y XIX resistieron todos los sismos sin daños mayores, mientras que las nuevas viviendas construidas con adobes y ladrillos colapsaron; un censo del gobierno Salvadoreño demostró que las viviendas de adobe no fueron mas afectadas durante el sismo de 2001 que aquellas construidas con bloques de cemento.





D osificación del suelo para el adobe

Objeto:

Establecer cantidades adecuadas de material, para obtener una mezcla que proporcione una mejor consistencia al adobe.

No todos los suelos sirven para hacer adobes o para fines constructivos.³³

Definiciones:

Una porción muy alta de arcilla produce fisuras en adobe, disminuyendo su resistencia a la erosión.

Una proporción muy alta de arena aumenta la tenencia a la disgregación.

La presencia de materia orgánica reduce la resistencia al generar vacíos, esto debido a procesos de descomposición.³⁴

Especificaciones

Un buen suelo para hacer adobes tiene: arena, limo y arcilla en las siguientes proporciones aproximadamente:³⁵

Arena: entre 55% y 70%

Limo: entre 15% y 25%

Arcilla: entre 10% y 20%

³³ ERNESTO NOVOA PGRD-COPASA. Manual para elaborar adobes mejorados, Proyecto especial COPASA. Arequipa, Perú 2005 Pagina 9.





ANALISIS GRANULOMÉTRICO – MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

Normas de ensayo:

⊕ A . A . S . H . T . O .³⁶ T87-70 y T-88-70

⊕ A . S . T . M .³⁷ D421-58 y D422-63

Objetivo: Obtener la distribución granulométrica de suelos en los cuales existe una cantidad apreciable de partículas inferiores al tamiz No. 200.

Equipo

1 Balanza digital.

1 cronómetro digital.

1 Horno.

1 termómetro.

1 Cilindro de sedimentación (cilindro de 1000 cm³), también conocido como cilindro de hidrómetro.

1 Hidrómetro (modelo 152 H, preferiblemente)

1 Aparato para dispersar el suelo (mezcladora de leche malteada).

1 Agente dispersivo [hexametáfosfato sodio (NaPO₃), cuyo nombre comercial es Calgón, o silicato de sodio (Na₂ SiO₃) también llamado vidrio líquido].

³⁶ "American Association of State Highway and Transportation Officials" (Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes)

³⁷ "American Society for Testing Materials" (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales)

Procedimiento:

- a) Utilizar el siguiente procedimiento siempre que la muestra de suelo tenga entre 80 y 90% del material menor que el diámetro correspondiente al tamiz No. 200.
- b) Tomar exactamente 50 g de suelo secado al horno y pulverizado (como el que se utilizó en el análisis por tamizado) y mezclarlo con 125 ml de solución al 4% de NaPO_3 .³⁸
- c) Una solución de 4% de metafosfato de sodio puede hacerse mezclando 40 g de material seco con suficiente agua hasta completar 1000 ml. La solución debe ser siempre fresca y en ningún caso haber sido preparada con más de un mes de anterioridad.
- d) Dejar asentar la muestra de suelo cerca de una hora (la ASTM sugiere 16 horas para suelos arcillosos.)
- e) Transferir la mezcla al vaso de una máquina batidora de refrescos y añadir agua común³⁹ hasta llenar 2/3 del vaso.
- f) Mezclarlo por espacio de 1 minuto si se emplearon entre 10 y 16 horas en la preparación de la muestra, de lo contrario mezclarlo entre 3 y 5 minutos.
- g) Transferir el contenido del vaso de la batidora a un cilindro de sedimentación, teniendo mucho cuidado de no perder material en el proceso. Añadir agua común hasta completar la marca de 1000 ml de cilindro.
- h) Tomar un tapón de caucho No. 12 (usar la palma de la mano si no hay un tapón disponible) para tapar la boca del cilindro donde se encuentra la suspensión de suelo y agitarla cuidadosamente por cerca de un minuto.
- i) Poner sobre la mesa el cilindro, remover el tapón, inmediatamente insertar el hidrómetro y tomar lecturas con los siguientes intervalos de tiempo: 1, 2, 3 y 4 minutos⁴⁰. Tomar igualmente lectura del termómetro.
- j) Se deben tomar medidas adicionales a los siguientes intervalos de tiempo: 8, 15, 30, 60, minutos, y 2, 4, 8, 16, 32, 64, 96 horas.
- k) Los intervalos sugeridos para tomar mediciones después de 2 horas de comenzado el ensayo son sólo aproximados, ya que en realidad cualquier tiempo sería adecuado siempre y cuando sea tomado con suficiente espaciamiento para permitir una dispersión satisfactoria de los puntos en la gráfica.
- l) Registrar la temperatura de la suspensión suelo agua con una precisión de 1°C para cada medición del hidrómetro. El ensayo puede terminarse antes de las 96 horas a discreción del instructor. Si no se han dado instrucciones especiales para la terminación, el ensayo debe continuarse hasta que el tamaño de las partículas D que se encuentran en suspensión sea del orden de 0.001 mm (se debe hacer simultáneamente el cálculo). Entre lectura y lectura del hidrómetro se debe guardar éste y el termómetro en el cilindro de control (el cual debe estar a la misma temperatura).
- m) Pasar a la sección de “cálculos”.

³⁸ Si se utiliza silicato sodio (vidrio líquido) como agente dispersante, usar entre ½ y 1 ml de solución concentrada con 125 ml de agua.

³⁹ La ASTM requiere agua destilada o desmineralizada, pero sin embargo, se puede usar satisfactoriamente agua común pues ambos recipientes son iguales. El agente dispersivo produce “polución” sobre cualquier agua utilizada.

⁴⁰ Nótese que de usarse el procedimiento sugerido por la ASTM, sería imposible tomar las primeras mediciones, La norma ASTM utiliza entre 100 y 120 g de suelo en suspensión por lo cual el hidrómetro no puede utilizarse hasta cuando haya sedimentado suficiente material, es decir, cuando solamente queden entre 50 y 60 g de suelo en suspensión.

☉ Análisis Granulométrico por medio del Tamiz.⁴¹

Norma de Ensayo:

☉ AASHTO T-27 Sieve Analysis Of Fine And Coarse Aggregates

Definición

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaño los granos que lo componen.

El ensayo puede hacerse por medio de una serie de tamices para tamaños grandes y medianos de las partículas, o por medio de un proceso de vía húmeda para granos finos.

Para la clasificación se han elaborado escalas, siendo la más simple y más lógica la propuesta por G. Gilboy, más conocida como clasificación M. I. T. ver tabla 1

Tabla 1. Clasificación de suelos propuesta por G. Gilboy

2	0,6	0,2	0,06	0,02	0,006	0,002	0,0006	0,002
Gruesa	Media	Fina Gruesa	Medio	Fina Gruesa				Fina
Arena				Limo	Arcilla			

Tamaño de granos en milímetros⁴²

⁴¹ Parir Quelex, Julio Oswaldo. "Análisis, evaluación y propuesta de norma para construcción con adobe". Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. USAC. 2003.

⁴² Meza, Edgar. Nánalisis Comparativo de ensayos de campo y de laboratorio en adobe. Pág. 19



Equipo:

Juego de tamices: No. 4, 10, 40, 100, 200, fondo y tapa. En algunos ensayos se usarán también los tamices No. 20, 30, 50, y 80.

Balanza de 0.1 gramo de aproximación.

Balanza de 0.01 gramo de aproximación

Horno capaz de mantener la temperatura constante de 105 °C.

Cápsula de 25 cm de diámetro

Brocha para limpiar los tamices

Tubo de vidrio

Procedimiento

- a. Se pone a secar la muestra en un horno a 105 °C . se deja enfriar a la temperatura ambiente y se pesa la cantidad requerida para hacer la prueba.
- b. Se desmoronan los granos suaves de material con un rodillo de madera o un martillo de hule
- c. Se coloca el juego de tamices sucesivamente desde el N o. 4, que va arriba, hasta el N o. 200, y al final la charola o fondo. Se agrega el suelo pesado y desmoronado y se tapa.
- d. Se agita todo el juego de tamices, horizontalmente con movimientos de rotación, y verticalmente con golpes de vez en cuando.
- e. Se quita la tapadera y se separa el tamiz N o. 4, vaciando la fracción de suelo que ha sido retenida en ella sobre un papel bien limpio, a las partículas que han quedado apesadas entre los hilos del tamiz, no hay que forzarlas a pasar a través de ella; inviértase el tamiz y con ayuda de una brocha o un cepillo de alambre, despréndase y agréguese a las depositadas en el papel.
- f. Se pasa cuidadosamente la fracción de la muestra obtenida en “e”, o sea la retenida en el tamiz N o. 4 y se pone una bandeja o cápsula.
- g. Se va agregando y pesando, acumulativamente, las fracciones retenidas en cada uno de los tamices y la parte que se deposita en el fondo, procediéndose en la forma ya indicada. Todos los pesos retenidos acumulados se anotan en el registro de cálculo.



Limites de Atterberg

Normas de Ensayo:

- ☉ A . A . S . H . T . O . T - 89 Determining The Liquid Limit Of Solis
- ☉ A . A . S . H . T . O . T - 90 Determining The Plastic Limited And Plasticity Index Of Solis

Definiciones:

Un suelo arcilloso, con un alto contenido de agua, se comporta como un líquido. Al perder agua, va aumentando de resistencia hasta llegar a obtener un plástico fácilmente moldeable; al continuar el secado llega a adquirir un estado semisólido. Al continuar la pérdida de agua, pasa al estado sólido.

Los cambios de estado se producen gradualmente y los límites fijados arbitrariamente, entre ellos se denominan: límite líquido, límite plástico. El primero fija el cambio entre el estado líquido y el estado plástico, el segundo entre el plástico y el semisólido.

Límite Líquido

Es el contenido de agua o porcentaje de humedad, tal que, para un material dado, fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico.

Es el contenido de agua de un suelo (expresado en porcentaje de peso seco) que posee una consistencia tal que una muestra a la que se le ha practicado una ranura, al sujetarse al impacto de varios golpes fuertes, se cierra sin que el suelo resbale su apoyo.

El dispositivo o aparato diseñado por A . C asagrande ha eliminado la influencia del factor personal en dicha prueba, proporcionando un medio mecánico para producir un impacto “S tandard” desde una altura fija y una herramienta especial para una ranura de dimensiones S tandard. Así que el “L . L .” podrá definirse como el contenido de agua que permite cerrar la ranura típica con 25 golpes en el aparato de Casagrande.

Para llevar a cabo la prueba con este dispositivo, se determina el número de golpes necesarios para cerrar la ranura hecha en la muestra del suelo, con tres o más diferentes contenidos de agua. Se ha encontrado empíricamente que la curva que se obtiene de una gráfica de papel semilogarítmico con el contenido de agua en



la escala aritmética vertical, el número de golpes en la logarítmica horizontal, es una línea recta. El contenido de agua que corresponde a esta curva a cortar la vertical es de 25 golpes, es el límite líquido.

Equipo:

Dispositivo de A. Casagrande para el límite líquido, incluyendo la cuchilla para hacer la ranura.

Espátulas

Cápsulas de porcelana

Tamiz No. 4 y No. 40

Recipientes con tapas para secar muestras

Mortero

Horno capaz de mantener temperatura constante de 105 °C .

Balanza que pueda pesar con 0.01 gramos de aproximación

Ajuste del aparato para el límite líquido

El aparato debe ser ajustado antes de usarse, para que la copa tenga una altura de caída de 1 cm exactamente. Esta distancia mide con una solera que tiene un espesor de 1cm y que generalmente forma parte del mango del ranurador.

Procedimiento del ajuste

- a. En la copa del aparato se marca una cruz, con lápiz, en el centro de la huella que se forma al golpearse con la base.
- b. Se da vuelta a la manija hasta que la copa se levante a su mayor elevación, tomando como punto de referencia la cruz marcada, se verifica la distancia entre ésta y la base con la solera de calibración.
- c. Se aflojan los tornillos de cierre o se gira el tornillo de ajuste hasta que la distancia es exactamente de 1 cm, se vuelve a apretar los tornillos y el aparato está listo para usarse.





Procedimiento para preparar las muestras

Las pruebas para límites de consistencia, tanto el L.L. como el L.P. se hace solamente con la porción de suelo que pase a través del tamiz No. 40. Esta porción se obtiene ya sea pasando el material por el tamiz No. 40., en seco, o bien por un proceso saturado más lento, pero mucho más preciso.

Para determinar cuál proceso conviene, se saca al horno una muestra húmeda de material y se presiona con los dedos; si se desmorona fácilmente y los granos pueden separarse (lo que indica que el material es areno-limoso) se usa el método de separación en seco. En cambio, si la muestra ofrece considerable resistencia y los granos no pueden separarse (arcillas), se debe hacer por medio del proceso en húmedo.

Preparación de la muestra


Método seco

- a. Del material que pasa por el tamiz No. 4, se desmenuzan 150 gramos en un mortero, sin llegar a romper los granos.
- b. Se pasa el material a través del tamiz No. 40, desechando el que queda retenido.
- c. Se pone en una cápsula el material que ha pasado por el tamiz.
- d. Se agrega agua y con una espátula se mezcla perfectamente hasta obtener una pasta suave y espesa.

Método húmedo

Cuando conviene aplicar este método se sigue el mismo procedimiento que se usa en el análisis granulométrico por vía húmeda, sólo que con más tiempo de remojo, con la diferencia de que en vez de utilizar el tamiz No. 200 se utiliza el No. 40, y que al evaporar el agua del recipiente se deja que el material se seque hasta que tenga la consistencia de una pasta suave, logrando lo cual se pasa a una cápsula. También se puede tamizar en seco, apartando la que pasa por el tamiz No. 40 y poner a remojar y lavar lo que retiene, uniendo después las dos pastas





D e la pasta ya preparada por cualquiera de los dos métodos, se aparta una pequeña porción para el ensayo de límite plástico y el resto se utiliza para el ensayo del límite líquido.

Procedimiento para la prueba del Límite Líquido

- a. S e coloca una parte del material que pasa por el tamiz N o. 40 y que ya está en la cápsula de 50 a 80 gramos en la copa del aparato, se trabaja con la espátula, hasta lograr una pasta suave y luego se aplana hasta que su superficie quede horizontal.
- b. Se coloca la punta del ranurador, encima de la pasta, de manera que la herramienta quede perpendicular a la superficie de la copa.
- c. S e hace una ranura a lo largo de la pasta y por el centro de ella. A l mismo tiempo, se inclina el ranurador para que permanezca perpendicular a la superficie inferior de la copa. Para casos especiales para este punto: para arcillas con poco o nulo contenido de arena, la ranura deberá hacerse por medio de un movimiento suave y continuo. Para arcillas arenosas, limos con poca plasticidad y algunos suelos orgánicos, el renurador no podrá correrse a través de la pasta sin averiar los lados de la ranura. Para estos suelos se cortará la ranura con una espátula y se chequearán las dimensiones con el ranurador. También hay ranuradores especiales para estos materiales. El ranurador deberá limpiarse con un trapo, para prevenir que le quede material adherido.
- d. D espués de asegurarse de que la copa y la base estén limpias y secas, se da vuelta a la manija a razón de dos golpes por segundo, contando el número de golpes requerido par que se cierre el fondo de laranura en una distancia de 1 cm. Se anota el número de golpes en el registro respectivo.
- e. S e pone aproximadamente, 30 o 40 gramos de porción de la muestra que está próxima a la ranura, en un recipiente. S e cierra el recipiente, se pesa con una aproximación de 0.01 gramos, y una vez destapado el recipiente, se introduce en un horno, con el fin de secar una porción de la muestra. L o más conveniente es obtener primero los puntos correspondientes a un número cercano a 35 y después agua para obtener una consistencia a un número menor de golpes. Deberá agregarse material adicional de la muestra para reemplazar el material tomado para las determinaciones de contenido de agua.

Límite Plástico

E l límite plástico se define como el contenido de agua (expresado en porcentaje del peso seco) con el cual se agrieta un cilindro de material de 3 mm (1/ 8") de diámetro, al rodarse con al palma de la mano sobre una superficie lisa.



Procedimiento

- a. Se toma aproximadamente la mitad de la muestra, inmediatamente después de su preparación, se cilindra con la mano sobre una superficie limpia y lisa, como la de unas hoja de papel, que puede ser secante, o la de un vidrio, hasta formar un cilindro de 3 mm de diámetro y de 6 a 10 cm de largo.
- b. Se amasa la tira y se vuelve a cilindrarse, repitiendo la operación tantas veces como se necesite para reducir gradualmente la humedad por evaporación, hasta que el cilindro se empiece a endurecer.
- c. El límite plástico se alcanza cuando el cilindro se agrieta al ser rodillado, hasta que tenga aproximadamente 3mm (1/ 8") de diámetro. Si existiera duda de cuándo se alcanzó el límite plástico, repítase la misma operación con la otra mitad de la muestra. Si no es posible formar los cilindros, se dice que el material es no plástico (N. P.).
- d. Una vez alcanzando el límite plástico, se parte el cilindro y en pedazos en recipiente con tapa. Se preparan 3 grupos de pedazos para poder promediar.
- e. Se determina el contenido de agua de cada grupo, secándolo en un horno a 105 °C . , en la forma indicada en el procedimiento para la obtención del límite líquido, luego se anotan los datos en un formulario especial. Se promedian los 3 resultados, desechando alguno que difiera mucho de los otros dos.





Proctor

Norma de ensayo

⊕ A . A . S . H . T . O . T-180 Proctor Modificado

Definiciones:

El suelo está formado por diferentes tamaños de partículas; estas partículas tienen formas diversas, existiendo entre ellas espacios ínter granulares que se denominan vacíos, los que pueden estar ocupados por aire, agua o ambos a la vez.

Si una masa de tierra se presenta en estado suelto, su volumen es mayor que si está comprimida, es decir, su volumen de vacíos es mayor, el cual se puede reducir a base de una acción de comprimir la masa de tierra; esta operación se le denomina compactación.

Compactación es el proceso realizado generalmente por medios mecánicos, para efectuar presiones sobre el material para mejorar su densidad o acondicionar mejor su volumen disminuyendo sus vacíos.

Equipo:

Balanza de 20 kg de capacidad y aproximación de 1g de 35lb de capacidad y aproximación de 0.01g.

Balanza de 3 escalas de 0.01 de aproximación

Tarros metálicos para determinación de humedad

Molde de compactar, puede ser de 4" o 6"

Pisón de compactar de 10lb de peso y 18" de caída

Estufa u horno capaz de mantener una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ o de $230\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 9\text{ }^{\circ}\text{F}$.

Tamiz de 2", tamiz No. 4 y de $\frac{3}{4}$ "

Espátula, cucharón de mezcla, cuchara de albañil y otras herramientas para mezclar



Rodillo

Extractor de muestras (opcional)

Regla de acero de 30cm.

Preparación de la muestra

- a. Se seca al aire o en un horno a 60 °C . (140 °F), una muestra respectiva que contenga aproximadamente 16 lb de material.
- b. Se disgregan los terrones de material fino, pasándoles el rodillo, sobre una superficie plana.
- c. Se criba⁴³ a través del tamiz No. 4, desechando la porción retenida.

Procedimiento:

1. Se amasa a fondo la muestra con agua suficiente para formar una mezcla húmeda que se desmenuza cuando se suelta, después de haber sido estrujada en la mano. Procúrese no hacer esta mezcla inicial demasiado húmeda. La experiencia indica que humedad aproximada debe compactarse el primer punto del Proctor.
2. Se divide la mezcla húmeda en cinco porciones aproximadamente iguales.
3. Se pesa el molde de compactar de 6” en la balanza de 20kg con una aproximación de 1g, o en al de 35lb con aproximación de 0.01lb; luego se pasa la placa de la base y el anillo de extensión y se coloca sobre un apoyo firme.
4. Se pone una porción de la mezcla húmeda en el molde, nivelando la superficie con la mano o con la cuchara de albañil.
5. Se coloca el pisón de compactar con guía, entonces se suelta aquel, permitiendo que el pisón caiga libremente sobre la muestra, sin darle impulso adicional con la mano.

⁴³ Selección rigurosa

6. Se cambia la posición de la guía y otra se deja caer el pisón. Se repite el proceso cubriendo sistemáticamente la superficie entera de la muestra, hasta que el pisón haya caído 25 veces.
7. Se saca el pisón del molde, se pone otra porción de la muestra en él y se apisona como antes. Se repite todo el proceso con las otras porciones que quedan. Cada capa compactada debe ser de 2.5cm (1 pulgada) aproximadamente y la muestra compactada entera, debe extenderse 1.27cm (1/2") dentro del anillo de extensión, como mínimo. El peso de la muestra necesario para este objeto se determina por tanteo y varía con los diferentes suelos.
8. Se quita el anillo con un cuchillo se corta la muestra hasta enrasar con los bordes del molde de compactación. Comprobar la nivelación con la regla de acero.
9. Se quita la placa de la base y se pesa el molde que contiene la muestra compactada con una aproximación de 1g p de 0.01lb.
10. Se toman dos muestras con contenido de humedad (10 a 25g cada una) del centro del material extraído del molde. Para los cálculos se usa el valor medio, si salen muy distantes habrá que descartar uno de los dos.
11. Se saca el suelo compactado del molde, se vuelve a pulverizar con el rodillo y se coloca en un recipiente. La muestra puede ser extraída a mano, golpeando el molde ligeramente con el martillo de hule, pero en caso necesario puede utilizarse como extractor el bastidor y el gato del equipo para el ensayo CBR para empujar fuera del molde el suelo compactado.
12. Se debe añadir agua para obtener cierta humedad, dependiendo del tipo de suelo (ver tabla 2)

Tabla 2. Tipo de Suelo- contenido de agua-porcentaje de humedad

Tipo de suelo	Centímetros Cúbicos de agua	% de humedad
arenoso	60	2
Limo arenoso y arcilla	120	3

13. Se repiten los pasos de 3 al 11 con cada punto de Proctor.
14. Se hacen algunas determinaciones más, añadiendo en cada periodo la misma cantidad de agua, hasta que el peso de la muestra compactada, muestre un decrecimiento, entonces se dice que el Proctor ya bajó y se suspenda la prueba.

Razón S oporte California (C. B . R.)

Norma de ensayo

✚ A . A . S . H . T . O . T - 193

Definiciones

E l C B R se obtiene como la relación de la carga unitaria (por pulgada cuadrada) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración dentro de la muestra de suelo compactada a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado. En forma de ecuación, esto se puede expresar como:

$$CBR = \frac{\text{carga unitaria del ensayo}}{\text{carga unitaria patrón}} \times 100 (\%)$$

E l valor del C B R se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos, principalmente con fines de utilización como base y subrasante bajo pavimentos de carreteras y aeropistas

Equipo

- Equipo de CBR:
 - Molde de compactación (con collar y base)
 - Disco espaciador
- Martillo de compactación
- Aparato para medir la expansión con deformímetro de carátula con precisión de 0.01 mm
- Pesos para sobrecarga
- Máquina de compresión equipada con pistón de penetración CBR capaz de penetrar a una velocidad de 1.27 mm/min



Procedimiento

1. Preparar una muestra de suelo de grano fino (en cantidad suficiente para hacer 3 probetas) menor que el tamiz # 4, al contenido de humedad óptima del suelo determinado con el ensayo de Proctor Modificado.
2. Antes de compactar el suelo en los moldes, tomar una muestra representativa para determinar su contenido de humedad (por lo menos 100 g si el suelo es de grano fino).
3. Pesarse los moldes sin su base ni el collar.
4. Para cada molde ajustar el molde a la base, insertar el disco espaciador en el molde y cubrirlo con un disco de papel filtro.
5. Fabricar 3 probetas de 5 capas cada una: 1 de 10 golpes por capa, 1 de 30 golpes por capa y 1 de 65 golpes por capa.
6. Para cada molde retirar la base, el collar y el disco espaciador, pesar el molde con el suelo compactado y determinar el peso unitario total del suelo.
7. Colocar un disco de papel filtro sobre la base, invertir la muestra y asegurar el molde a la base de forma que el suelo quede en contacto con el papel filtro.

Para muestras no saturadas, llevar a cabo los pasos 8 a 10:

8. Colocar suficientes pesas ranuradas (no menos de 4.5 kg) sobre la muestra de suelo para simular la presión de sobrecarga requerida.
9. Colocar la muestra en la máquina de compresión y sentar el pistón sobre la superficie de suelo utilizando una carga inicial no mayor de 4.5 kg. Fijar el cero en los deformímetros de medida de carga y de penetración (o deformación).



10. Hacer lecturas de deformación o penetración y tomar las respectivas lecturas del deformímetro de carga.

Para muestras no saturadas:

11. Colocar la placa perforada con el vástago ajustable sobre el suelo compactado y aplicar suficientes pesas para obtener la sobrecarga deseada, cuidando que no sea inferior a 4.5 kg. Asegurarse de usar un disco de papel filtro entre la base perforada del vástago y el suelo para evitar que el suelo se pegue a la base del vástago.

12. Sumergir el molde y las pesas en un recipiente de agua de forma que el agua tenga acceso tanto a la parte superior como a la parte inferior de la muestra y ajustar el deformímetro de carátula (con lecturas al 0.01 mm) en su respectivo soporte; marcar sobre el molde los puntos donde se apoya el soporte de forma que pueda removerse y volver a colocarlo sobre el molde en el mismo sitio cuando se desee hacer una lectura.

13. Ajustar el cero del deformímetro de expansión y registrar el tiempo de comienzo del ensayo. Tomar las lecturas a 0, 1, 2, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas de tiempo transcurrido; el ensayo de expansión puede terminarse después de 48 horas si las lecturas en el deformímetro de expansión se mantienen constantes por lo menos durante 24 horas.

14. Al final de las 96 horas de inmersión, sacar la muestra y dejarla drenar por espacio de 15 min.; secar completamente la superficie superior de la muestra con toallas de papel.

15. Pesar la muestra sumergida incluyendo el molde.

16. Realizar los pasos 8 al 10 para cada muestra.





Gravedad específica de los sólidos del suelo.

Normas de ensayo

✚ A . A . S . H . T . O . T100-70

✚ ASTM D854-58

Gravedad Específica:

La gravedad específica esta definida como el peso unitario del material dividido por el peso unitario del agua destilada a 4 grados centígrados. Se representa la Gravedad Especifica por G_s , y también se puede calcular utilizando cualquier relación de peso de la sustancia a peso del agua, siempre y cuando se consideren volúmenes iguales de material y agua.

Una de estas características es el peso unitario, el cual nos sirve para hallar la relación entre peso y volumen, para posteriormente saber cuanto puede pesar determinado volumen, o para saber que volumen puede hacer determinado peso del suelo.

$$G_s = W_s/v / W_w/v$$

Esta nos permite halla la cantidad de vacíos que hay en un determinado suelo, y es una de las más importantes de las pruebas realizadas en el laboratorio, ya que nos permite clasificar un suelo.

La gravedad específica sirve para hacer cálculos de cuanto material se puede extraer de una labor minera, para un ejemplo claro, vemos que la empresa Graña y Montero usa la gravedad específica para hacer un informe de cuánto se ha extraído de material estéril a lo cual ellos se dedican, ayudándose de instrumentos como la estación total, donde les ayuda a determinar el área de extracción, y con los datos de gravedad específica determinan su volumen.



Equipo.

Frasco volumétrico, preferiblemente de 250 o 500 ml.

Bomba de Vacío.

Balanza de precisión 0.1g.

Matraz aforado de 500 ml.

Procedimiento:

1. colocar entre 100 y 120 g (el peso exacto no es importante en este punto) de suelo secado al aire, con agua en un recipiente evaporador hasta formar una pasta cremosa. Si no se utiliza un mezclador eléctrico, remojar el suelo entre 20 y 30 minutos (la ASTM sugiere 12 hrs. para muestras secadas al horno).
2. Opcional: transferir la pasta al vaso del mezclador eléctrico de refrescos y añadir agua hasta formar una mezcla de cerca de 200 ml de suelo-agua. Batir estas mezclas durante 5 a 10 minutos. Si se hace este paso, es necesario utilizar un frasco volumétrico de 500 ml.
3. Pesar el frasco volumétrico vacío, a continuación llenar el frasco hasta la marca con agua desaireada, tener mucho cuidado en no introducir aire nuevamente al agua por agitación excesiva. Como alternativa, es posible aplicar vacío por unos cuantos minutos después de haber llenado el frasco hasta $\frac{3}{4}$ de su capacidad. Cuando el nivel de agua se encuentra en la marca volumétrica (no el menisco⁴⁴) y el cuello por encima de esa marca se encuentra totalmente seco, pesar el frasco y registrar el peso W_{bw} . Registrar la temperatura de forma que la mezcla agua suelo se encuentre a la misma temperatura aproximadamente dentro de 1°C. Esta operación puede hacerse mientras el suelo se encuentra en saturación o está siendo mezclado con la batidora eléctrica. Este paso se puede omitir si existe una curva de calibración para el frasco.
4. Luego de 15 a 30 minutos, transferir el suelo saturado del plato evaporador al frasco volumétrico. Tener cuidado de que no queden partículas de suelo en el

⁴⁴ Vidrio cóncavo por una cara y convexo por la otra.

recipiente evaporador. Añadir suficiente agua con temperatura estabilizada para completar 2/3 a 3/4 de la capacidad del frasco volumétrico. No se debe llenar completo debido a que la eficiencia del trabajo del vacío en la deaireación se puede reducir marcadamente.

5. Conectar el frasco a un ducto de vacío por un espacio de por lo menos 10 minutos. Durante este tiempo agitar suavemente la mezcla moviendo cuidadosamente la botella. Observar que la reducción en la presión del aire dentro del frasco produce “la ebullición” del agua. Si al final del período no se ha extraído totalmente el aire, se debe dejar sedimentar la solución, por espacio de unos pocos minutos de forma que se aclare el agua superficial y se pueda extraer suficiente para permitir que el vacío trabaje eficientemente.

6. Cuando el proceso de deaireamiento se haya completado (o terminado), se debe añadir cuidadosamente agua hasta que la base del menisco se encuentre exactamente en la marca del frasco volumétrico. Se debe hacer esta operación con mucho cuidado para no reintroducir aire en el frasco. El agua utilizada debe provenir de un suministro deaireado, y con temperatura estabilizada. Se debe, a continuación, secar cuidadosamente el cuello del frasco por encima de la marca de calibración con un papel enrollado o por algún método similar.

7. Pesarse la botella y su contenido con una aproximación de 0.01 g (estimado) para obtener W_{bws} . Asegurarse de que la temperatura se encuentra dentro de 1°C de la temperatura utilizada para obtener W_{bw} (a menos que se utilice una curva de calibración).

8. Vaciar el frasco volumétrico y su contenido en un plato evaporador profundo u otro recipiente similar y secarlo al horno. Es necesario tener mucho cuidado de no perder nada de suelo en este proceso. Pesarse el suelo secado al horno para obtener W_s .

Tabla para la clasificación de suelo:

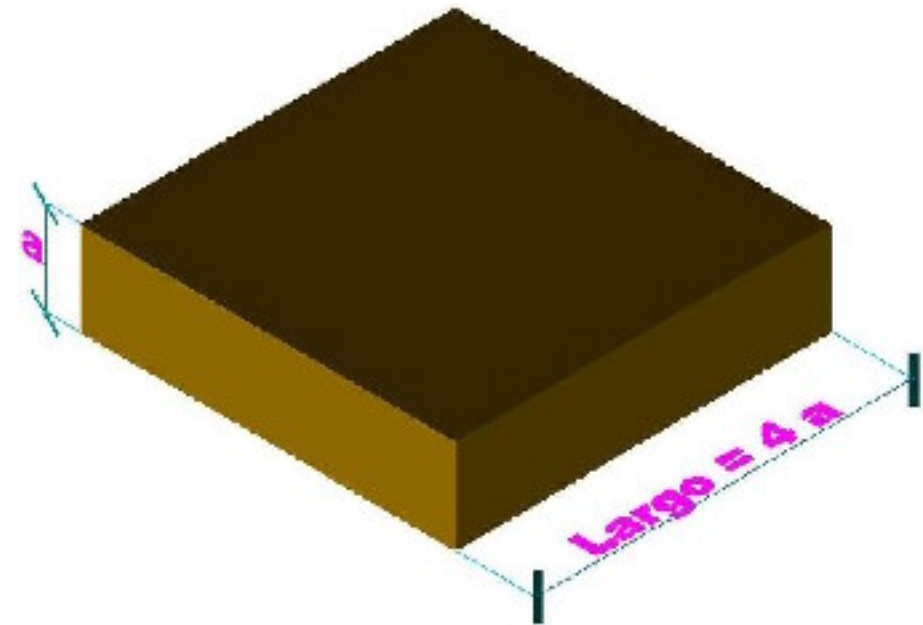
TIPO DE SUELO	Gs
Arena	2,65 2,67
Arena Limosa	2,67 2,70
Arcilla Inorgánica	2,70 2,80
Suelos con mica o Hierro	2,75 3,00
Suelos Orgánicos	Puede ser inferior a 2.00

Características físicas y mecánicas del adobe

- ⊕ Resistencia a la compresión. La resistencia mínima a la compresión calculada sobre una superficie de 15x15 cm. debe ser 17 Kg./cm²
- ⊕ Resistencia a la flexión. La resistencia mínima a la flexión debe ser 9 Kg. /cm.
- ⊕ Máxima absorción de agua. La máxima absorción de agua de los adobes, en 1 hora debe ser 18% del peso.

Dimensiones del adobe

- ⊕ Medidas del adobe. Las medidas del adobe varían por la variedad de formas que se le puede dar, por tanto se establece que la longitud no puede ser mayor que el doble de su ancho más el espesor de una cisa; y su espesor no puede ser mayor de 0.10 m. De investigaciones realizadas se recomienda que las medidas pueden ser 0.38x0.38x0.08 m de largo, ancho y alto respectivamente.
- ⊕ Medidas principales de los adobes. Pueden ser de base cuadrada o rectangular, la altura nunca debe ser menor de 8 cm Y el largo con respecto a la altura deben tener una relación de 4 a 1. (dimensiones de los adobes usados en la casa sismo resistente de proyecto COPASA – GTZ)⁴⁵



Elaboración Propia

- ⊕ Variación permitida en las medidas principales de los adobes. Los límites de variación permitida son:
- ⊕ ±2 Mm. de largo, ±2 Mm. de ancho y ±2 Mm. de alto.

⁴⁵ ERNESTO NOVOA PGRD-COPASA. Manual para elaborar adobes mejorados, Proyecto especial COPASA. Arequipa, Perú 2005 Páginas 8.

Forma del adobe

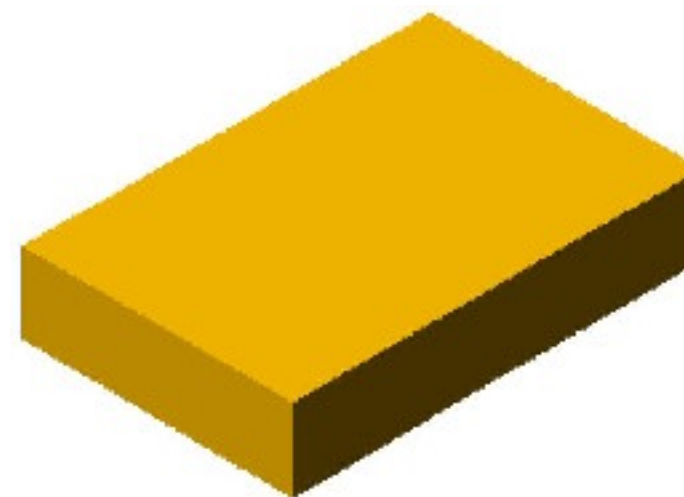
- ☉ Forma del adobe. Existen varias formas que se le pueden dar al adobe, siendo las más utilizadas la forma rectangular y la forma cuadrada, la más recomendable es la forma cuadrada con las medidas establecidas en el inciso de dimensiones del adobe.

Muros de adobe

- ☉ Condiciones generales. Los adobes no deben presentar más de 3 grietas de 0.07 m de longitud y 0.003 m de ancho;
- ☉ y otros defectos que puedan afectar la resistencia mecánica, durabilidad de la construcción o que puedan interferir en la colocación adecuada de los adobes en la construcción.
- ☉ Espesor de las paredes o muros. Espesor de los muros, e : $e_{\min} = 0.30$ m. y $e_{\max} = H/8$.
- ☉ Longitud de las paredes o muros. Longitud del muro l_{mu} no puede ser mayor que 10 veces el espesor del muro, medida a partir de 2 muros perpendiculares a él.
- ☉ Altura de las paredes o muro. La altura de muro H , medida desde el piso hasta la parte superior del coronamiento horizontal, puede ser: $H_{\min} = 2.00$ m y $H_{\max} = 3.00$ m, o utilizar la relación 8 veces el espesor del muro.
- ☉ Levantado de muro. Al levantar un muro de adobe no se puede exceder en más de 1.00 m por día.

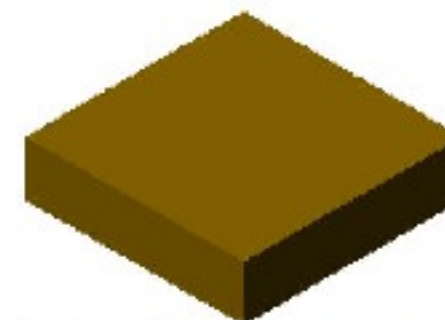
Mortero

- ☉ Mortero para levantado de muro. Usar mortero con la misma composición o más resistente que la del adobe, no puede contener gravilla ni paja (fibra).



Forma rectangular

Elaboración Propia



Forma cuadrada

Elaboración Propia

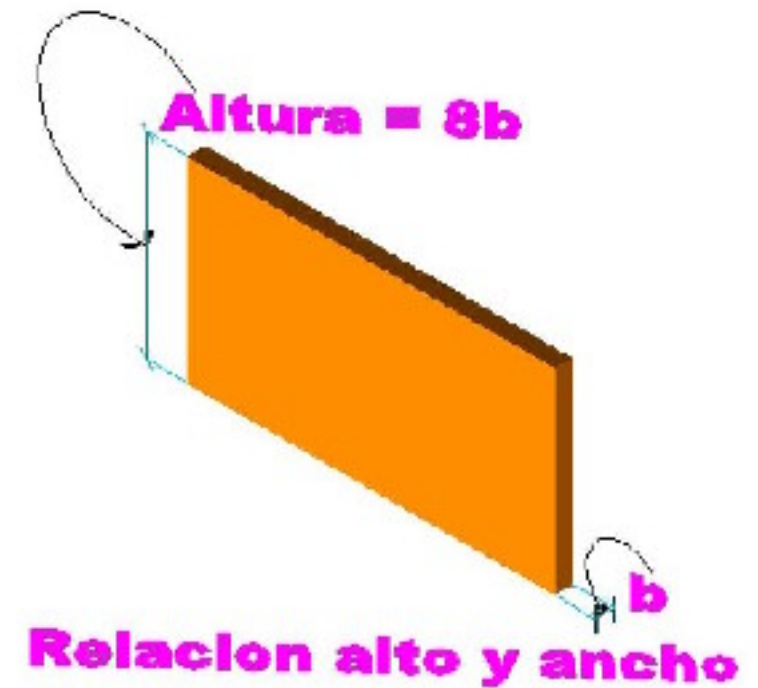
- ☉ Clasificación del mortero. Se clasifican en dos grupos: Tipo I en base a cemento y arena cuya relación volumétrica deberá estar comprendida entre 1:5 a 1: 10. Tipo II en base a suelo con o sin aglomerantes, la composición del mortero debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de adobe y de ninguna manera tendrá menor calidad que las mismas.

Refuerzos en muros de adobe


- ☉ Refuerzos en los muros. Se recomienda colocar refuerzos para aumentar la rigidez, adherencia y estabilidad de los muros. El refuerzo puede ser vertical u horizontal, preferentemente la combinación de ambos.
- ☉ Tipos de refuerzos.

REFUERZOS

Orgánicos o vegetales	Inorgánicos o no perecederos
Caña de castilla	varillas de acero
Madera	concreto reforzado
	malla de alambre
	Geomalla



Elaboración Propia

- 
- ⊕ Separación del refuerzo. Separación máxima del refuerzo: vertical a cada 0.80 m y horizontal a cada 4 hiladas.
 - ⊕ Colocación del refuerzo. Embebidos desde la fundación y anclados a la viga de corona, los empalmes se deben evitar si es necesario, se debe traslapar 0.40 cm. y amarrar.

Resistencia de la mampostería de adobe

- ⊕ Resistencia a la compresión. La resistencia admisible a la compresión de la mampostería debe ser 2.00 kg/cm^2
- ⊕ Resistencia al corte. La resistencia admisible al corte de la mampostería debe ser 0.25 Kg. / cm^2 .
- ⊕ Resistencia a la tracción por flexión. La resistencia admisible a la tracción por flexión de la mampostería para cargas perpendiculares a su plano debe ser 0.40 Kg./ cm^2

Cimentación

- ⊕ Cimentación del muro. La cimentación deberá transmitir la carga de los muros al terreno de acuerdo a su esfuerzo permisible y tendrá una profundidad mínima de 0.60 m., con una base igual a 2 veces el espesor del muro.
- ⊕ Material utilizado para la construcción del cimiento Y sobrecimiento. Puede ser de Concreto ciclópeo o mampostería de piedra.
- ⊕ Mortero para la colocación de las piezas de piedra. Puede utilizarse mortero Tipo 1 especificado en el inciso de Clasificación del mortero.
- ⊕ Altura del sobrecimiento sobre el nivel del suelo. Su altura no puede ser menor a 0.30m.
- ⊕ Valor soporte del suelo. No se harán construcciones de adobe en suelos, cuando la capacidad soporte del suelo sea menor a 1.5 Kg. / cm^2 .

Recubrimiento o enlucido para muros de adobe

- ⊕ Materiales utilizados para el recubrimiento. Suelo, cemento y cal.
- ⊕ Mortero para recubrimiento. Hacer un primer recubrimiento con mortero de Arcilla/arena en una proporción de 2:1, el grosor no puede exceder 0.03m.

Materias primas y materiales⁴⁶

Componentes del adobe. Los adobes deben ser elaborados con arcilla, limo y arena utilizando los siguientes porcentajes de material: arcilla entre 10 y 20%, limo entre 15 y 25% y arena entre 55 y 70%. A estos materiales se les deben realizar ensayos. Para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, se aconseja utilizar estabilizante. Para identificar un buen suelo existen 2 tipos de pruebas: la prueba del rollito y la prueba de la bolita.

○ Prueba del Rollito: Se escoge una muestra de tierra y se mezcla con agua hasta que sea moldeable a los dedos, con la palma de la mano hacemos un rollito de 2 cm de diámetro, esta prueba puede tener 3 resultados ver gráfica

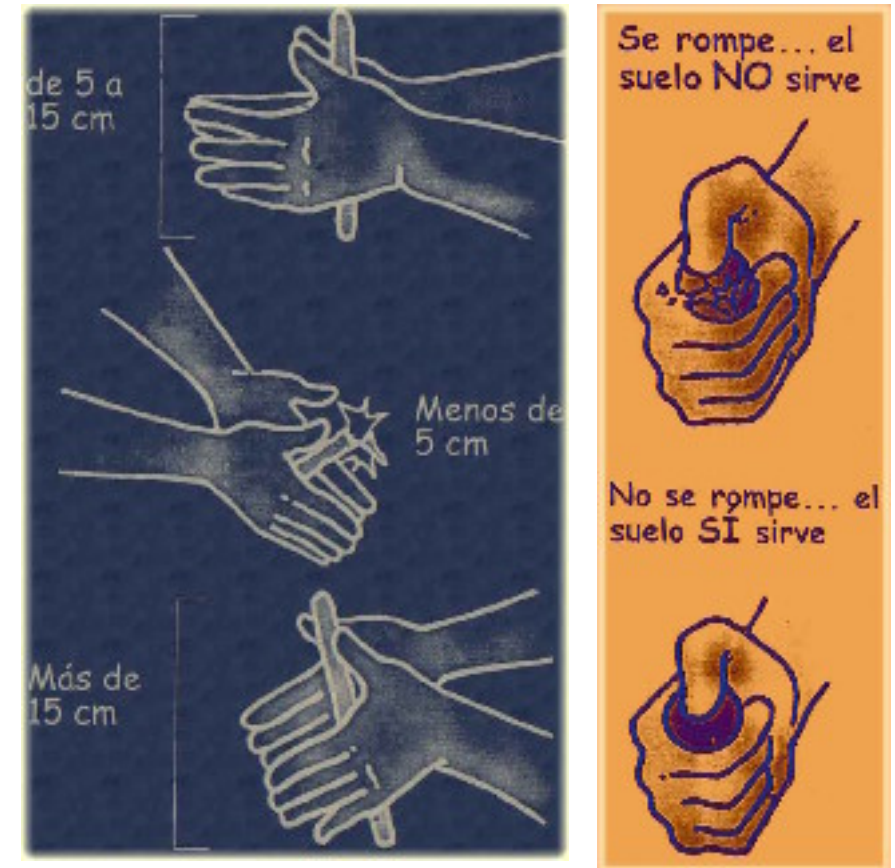
1. Si el rollo mide entre 5 y 15 cm., la tierra es buena para hacer adobes.
2. Si se rompe antes de los 5 cm El material tiene arena en exceso y se estabilizará agregando arcilla.
3. Si el rollo supera los 15 cm La tierra tiene arcilla en exceso. Para estabilizarla agregamos arena.

○ Prueba de la bolita: Tomamos una muestra del suelo y le adicionamos agua, como en la prueba anterior. En la palma de la mano se hacen 5 ó 6 bolitas de unos 2 cm de diámetro y se deja secar por 2 días. Cuando estén secas, tratamos de romperlas presionando con el dedo pulgar y el dedo índice, si se rompe: el suelo no sirve y si no se rompe: el suelo si sirve. Ver gráfica

○ Estabilizantes para el adobe. Se utiliza Estabilizantes para limitar las variaciones de volumen, provocados por la arcilla y desproporción de agua en la mezcla, así como impedir el exceso de absorción de agua.

○ Estabilización con cemento Pórtland. Se puede usar hasta un 20% de cemento del volumen de la mezcla, y no utilizar menos de un 6%.

○ Estabilización con cal. La cal no puede exceder del 12% de volumen de la mezcla.



Gráficas obtenidas del Manual para elaborar adobes mejorados, Proyecto especial COPASA. Arequipa, Perú 2005

⁴⁶ ERNESTO NOVOA PGRD-COPASA. Manual para elaborar adobes mejorados, Proyecto especial COPASA. Arequipa, Perú 2005 Páginas 10 y 11.

⊕ Estabilización por armazón con elementos vegetales.⁴⁷

- Este tipo de mezcla contendrá: tierra seleccionada y tamizada en una malla de 1/ 4” de abertura, paja cortada en 10 cm de longitud y goma de la penca de la tuna (Opuntia Ficus) ver grafica.
- Preparado de la goma: recogemos pencas de tuna y le sacamos las espinas, luego las cortamos en rebanadas y las dejamos remojando en un recipiente con agua uno 3 días hasta que suelte la goma, finalmente se retira las cáscaras del recipiente y se guarda la goma hasta la preparación del barro. Ver gráfica corte de la tuna en un recipiente manual.

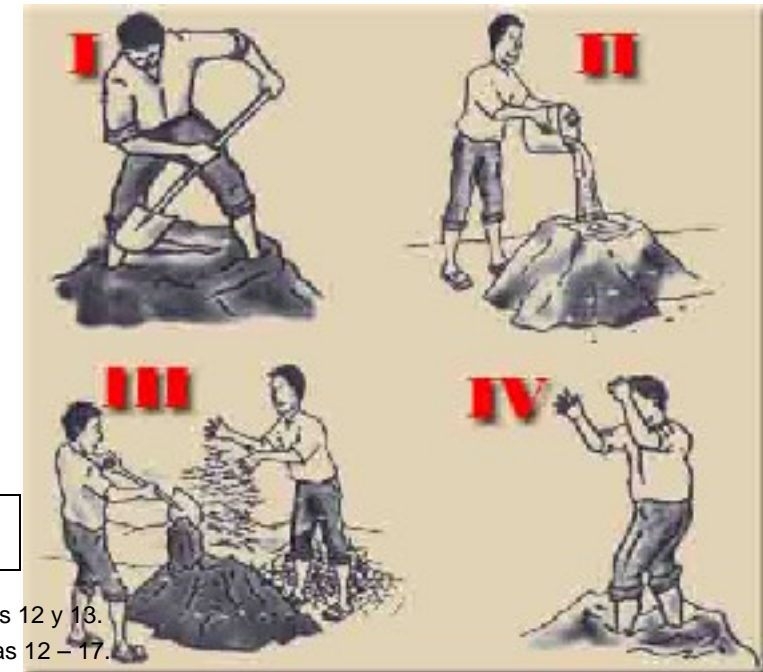


Preparación de la mezcla:⁴⁸

Graficas obtenidas de Internet

- ⊕ La tierra seleccionada debe estar limpia sin elementos extraños como piedras, restos de plantas,
- ⊕ Se tamiza por una malla de abertura 1/ 4”.
- ⊕ Se acomoda en **rumas** y se echa agua hasta que forme el barro, se deja dormir por 24 horas (a esta operación se llama comúnmente “podrido ó dormido del barro”)
- ⊕ Dos días después, se echa paja en una proporción 5 a 1: 5 volúmenes de barro y 1 volumen de paja. Estos materiales son mezclados en el batido.
- ⊕ Finalmente agregamos el agua con la penca de la tuna y batimos el barro con los pies.

basuras, etc.



El tendal:⁴⁹

Gráfica obtenida del Manual para elaborar adobes mejorados, Proyecto especial COPASA. Arequipa, Perú 2005

⁴⁷ ERNESTO NOVOA PGRD-COPASA. Manual para elaborar adobes mejorados, Proyecto especial COPASA. Arequipa, Perú 2005 Paginas 12 y 13.

⁴⁸ ERNESTO NOVOA PGRD-COPASA. Manual para elaborar adobes mejorados, Proyecto especial COPASA. Arequipa, Perú 2005 Paginas 12 – 17.

Es el terreno donde se fabricarán los adobes, debe estar limpio de malezas y materiales extraños como piedras, basuras etc.

- ⊕ Se nivela y compacta el suelo escogido.
- ⊕ Se recubre la superficie con una capa de arena gruesa.
- ⊕ El tendal siempre deberá ser de tierra para favorecer un equilibrio entre el secado del adobe por filtración de agua y evaporación.
- ⊕ Preferiblemente techado, pero si esto no es posible, se protegerán los adobes con paja.

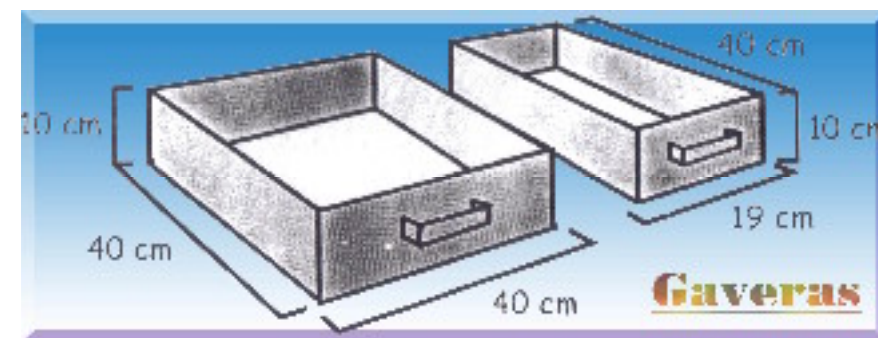
Gaveras:⁵⁰

Son moldes hechos en madera o metal con o sin fondo, en nuestra experiencia se han usado moldes metálicos, sin fondo, los que son más resistentes y menos pesados, ver gráfica.

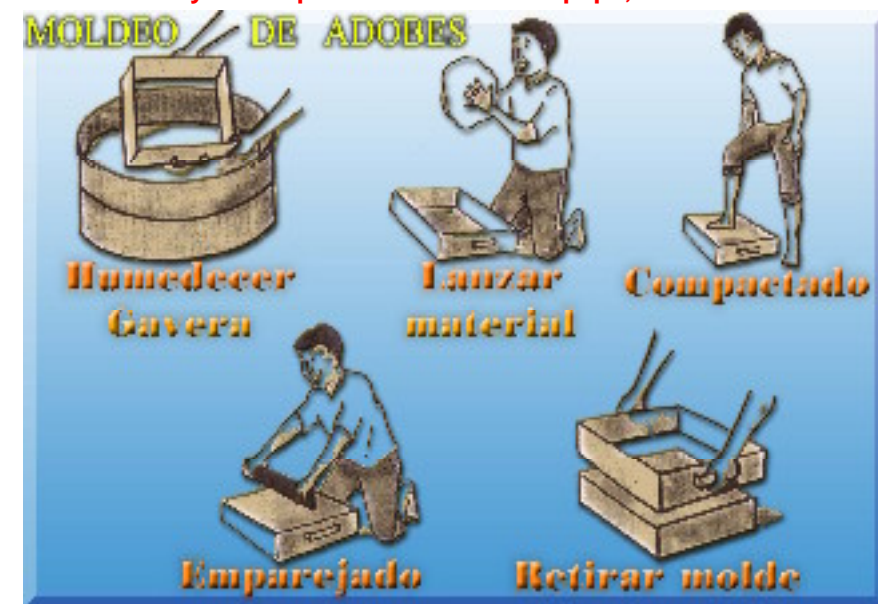
Moldeo de los adobes:⁵¹

Después de batir el barro se fabrican los adobes.

- ⊕ Se humedece la gavera y se espolvorea con arena fina el interior, esto es para que el barro no se pegue al molde.
- ⊕ Se coloca el molde en el piso y se lanza con fuerza una bola de barro intentando llenarla de un solo golpe.
- ⊕ Luego se compacta con las manos o el pie apisonando todas las esquinas, se empareja con una regla de madera y finalmente retiramos el molde teniendo cuidado de no deformar el adobe recién hecho.



Gráfica obtenida del Manual para elaborar adobes mejorados, Proyecto especial COPASA. Arequipa, Perú 2005



Gráfica obtenida del Manual para elaborar adobes mejorados, Proyecto especial COPASA. Arequipa, Perú 2005

⁴⁹ IDEM (46)

⁵⁰ IDEM (46), ⁵² IDEM (46), ⁵³ IDEM (46)

Secado y almacenado.⁵²

- ⊕ El secado varía dependiendo del clima local, pero el tiempo mínimo de secado es de 21 días, antes de usarlo en los muros.
- ⊕ Para que el sol no raje los adobes, se cubren con una capa de paja o arena gruesa.
- ⊕ Después de 3 días de fabricados los ponemos de costado.
- ⊕ Una semana después se pueden trasladar en rumas que aseguren circulación de aire para mejorar el secado, aquí permanecerán hasta cumplir con el tiempo mínimo de secado.



Muestreo

- ⊕ Toma de muestras. El muestreo puede ser realizado por el comprador, los adobes serán tomados al azar, del lugar donde se están elaborando, y deberán ser representativos de la totalidad del lote. Las muestras destinadas al análisis de absorción deben protegerse de la lluvia o cualquier otra circunstancia que pueda alterar su contenido de humedad.
- ⊕ Marcado de las muestras. Al tomar las muestras, se debe marcar cada adobe de tal forma que pueda ser identificado en cualquier momento; dicha marca no deberá cubrir más del 5% del área superficial del adobe.⁵³
- ⊕ Control de calidad. Si el adobe de prueba tiene grietas o deformaciones, estos no deben ser utilizados para la albañilería, se debe agregar arena o paja al barro.
- ⊕ Un buen adobe resistirá el peso de una persona por lo menos un minuto.



Gráficas obtenidas del Manual para elaborar adobes mejorados, Proyecto especial COPASA. Arequipa, Perú 2005

⁵³ Parir Quelex, Julio Oswaldo. "Análisis, evaluación y propuesta de norma para construcción con adobe". Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. USAC. 2003.

Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra⁵⁴.

Generalidades

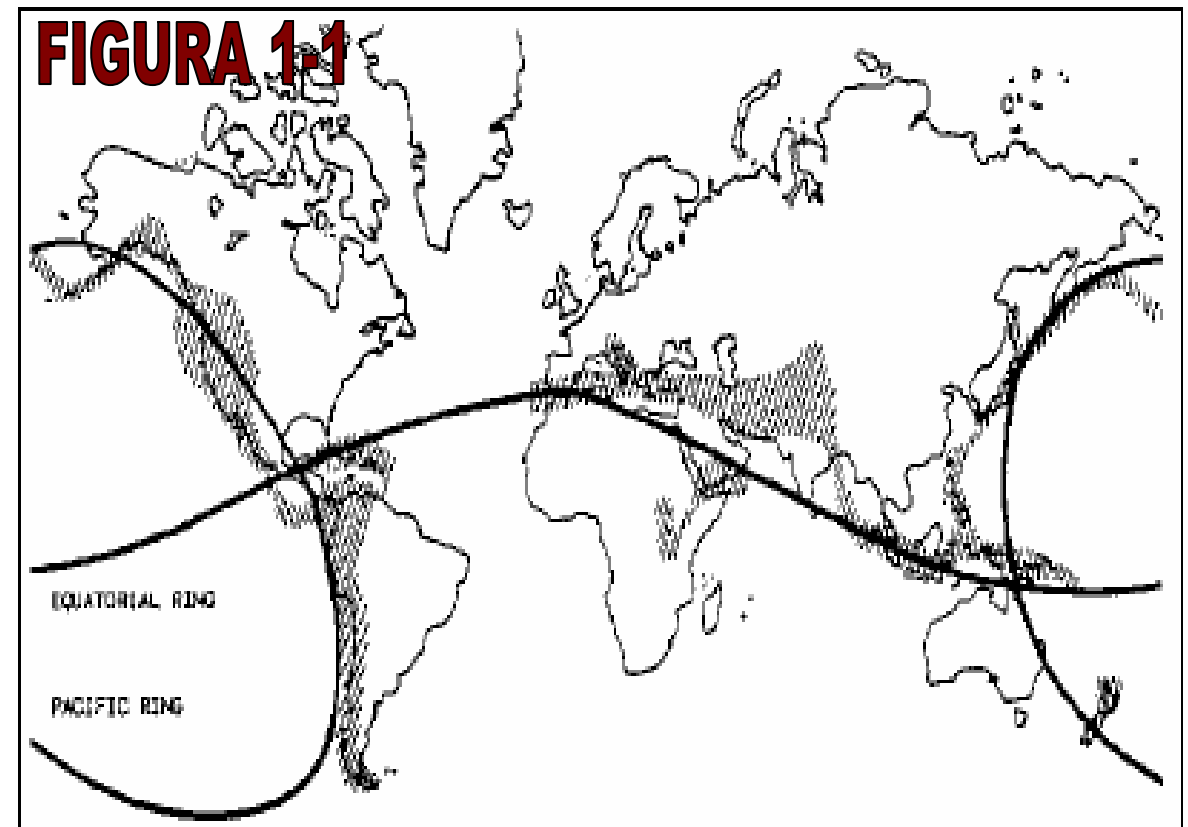
- Localización, magnitud e intensidad de los sismos:

El sismo ocurre por el movimiento de las capas tectónicas o por actividades volcánicas; las áreas en el mundo más propensas a movimientos sísmicos se muestran en la fig. 1-1, los de mayor intensidad se han detectado en el anillo del Pacífico, desde Canadá hasta Chile influyendo también a Nueva Zelanda, Japón y Nueva Guinea. Otra zona propensa a los sismos se encuentra a lo largo del anillo ecuatorial, ver fig. 1-1.

En Asia se detectaron sismos de una intensidad de 8 en la escala de Richter y en los Andes por encima de 8.7, cerca de cien sismos con una intensidad mayor a 6 y veinte con una intensidad mayor a 7 en la escala de Richter son registrados anualmente, muchos miles de personas son afectadas por estos cada año.


1.2 Efectos estructurales del sismo:

La magnitud M del sismo usualmente está medida en la escala de Richter, esta escala es logarítmica, no tiene límite superior y es una medida de la energía que se libera en el lugar donde se produce el sismo (la llamada energía en el epicentro), la escala de intensidad I de Mercalli está subdividida en 12 grados, en ella se indica como intensidad la



Gráfica obtenida del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

⁵⁴ Gernot Minke, Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra, Forschungslabor Für Experimentelles Bauen (FEB) (Instituto de investigación de construcciones experimentales) Universidad de Rassel, Alemania. Primera edición, septiembre 2001. Segunda edición revisada y ampliada, noviembre 2001.



perceptibilidad y la fuerza local de destrucción de un sismo; la fuerza local de destrucción de un sismo y con ella sus efectos dependen principalmente de los siguientes parámetros:

- Magnitud
- Profundidad del foco y distancia al lugar
- Geología, topografía
- Suelo y subsuelo local
- Duración y frecuencia en el lugar

Por consiguiente, la magnitud es solamente uno de los muchos factores que influyen en las consecuencias de un sismo, la aceleración del suelo y la frecuencia respectiva de las aceleraciones determinan los daños en las construcciones, las edificaciones son afectadas mayormente por los impactos horizontales creados por el movimiento de la tierra en el plano horizontal, los impactos verticales creados por la actividad sísmica son menores al 50%.

Dentro de las viviendas el peligro reside en el hecho que los muros tienden a colapsar hacia fuera dejando caer la cubierta y los entrepisos al interior de la misma, una solución técnica antisísmica para construcciones hasta de dos niveles busca que los muros no se abran hacia fuera y que las cubiertas se encuentren bien arriostradas.



La magnitud de los valores máximos de la deformación horizontal d , de la velocidad horizontal v y de la aceleración horizontal a en un sismo de intensidad mediana son:

$$d = 0.1 \text{ a } 0.3 \text{ m}$$

$$v = 0.1 \text{ a } 0.3 \text{ m/s}$$

$$a = 0.1 \text{ a } 0.3 \text{ m/s}^2 = 0.12 \text{ a } 0.30 \text{ g}$$

Una aceleración horizontal de 0.3 g significa que 30% del peso propio de los elementos constructivos actúan como fuerza en el sentido horizontal en la construcción. En el dimensionamiento de acuerdo con el método de la fuerza equivalente, la resistencia contra fuerzas horizontales está determinada por una fuerza estática y no una dinámica; cuanto mayor es la ductilidad disponible (y cuanto mayores son las deformaciones plásticas permitidas) tanto menor puede ser la fuerza equivalente, esta relación fundamental se utiliza para disminuir la fuerza equivalente necesaria para una solución elástica en dependencia de la ductilidad disponible, de lo anterior, se puede concluir que las construcciones antisísmicas deben disponer de una ductilidad mayor, esto significa que deben ser capaces de asumir parte de la energía con las deformaciones plásticas, las siguientes características son las más relevantes para el comportamiento de una estructura durante un sismo:

-  Resistencia contra fuerzas horizontales
-  Ductilidad (capacidad de deformación)

Ductilidad es la capacidad de una estructura de sufrir deformaciones sin romperse, en este caso se aceptan conscientemente daños que se producen por causas de la salida del rango elástico, entre ambas características existe una interdependencia íntima, ésta es de gran importancia para toda la ingeniería, con respecto al riesgo de colapso se puede establecer aproximadamente la relación siguiente: «calidad» del comportamiento = resistencia x ductilidad. De acuerdo con esta relación, una estructura debe tener por ejemplo una gran resistencia y una baja ductilidad o una resistencia baja y una ductilidad alta o puede tener valores medianos tanto de la resistencia como de la ductilidad, todas estas soluciones posibles tienen probabilidades similares de resistir un sismo de gran intensidad sin colapsar:

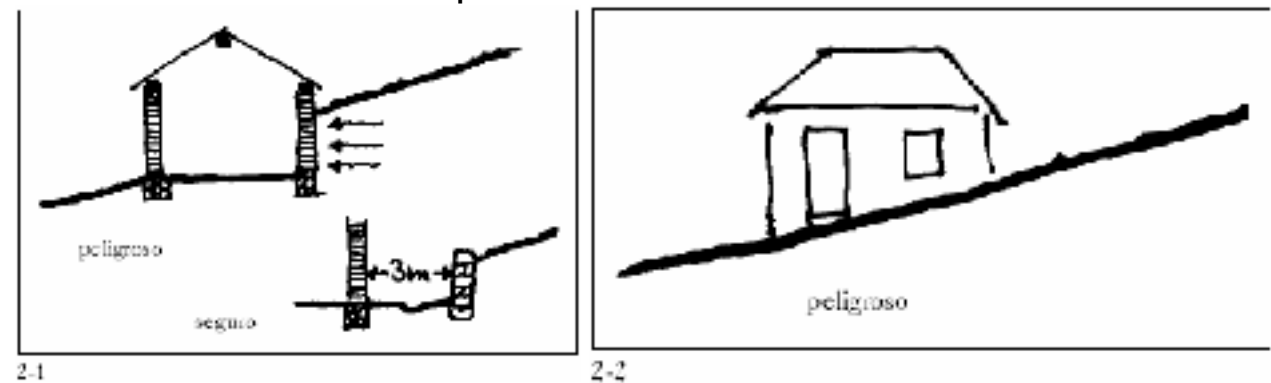
- Cuanto menor la resistencia, mayor es la ductilidad necesaria
- Cuanto menor la ductilidad, mayor es la resistencia necesaria

La primera solución posible en construir una estructura con una resistencia tan alta, que resista el sismo sin deformación plástica, de esta manera no es necesaria la ductilidad y por tanto no se requiere capacidad de deformación de la estructura, esta solución normalmente es muy poco económica, debido a que exige grandes esfuerzos para la resistencia, ejemplos de esta solución son las antiguas residencias de tapial con muros de un espesor de más de 60 cm, que resistieron sismos durante siglos, considerando que los sismos de gran intensidad no son comunes, se puede aceptar deformaciones plásticas de la estructura si no se produce un colapso; frecuentemente, se escoge una solución con estructura de resistencia mediana, con ello, la intensidad de diseño causará solamente deformaciones plásticas moderadas o el requerimiento de ductilidad se mantiene relativamente bajo, para sismos de mayor intensidad todavía quedan reservas plásticas suficientes, que impiden un colapso aunque con grandes deformaciones y daños, para ello, hay que cubrir los requerimientos de ductilidad con un dimensionamiento y un diseño apropiados.

- Emplazamiento de una vivienda en pendiente⁵⁵

En áreas propensas a movimientos sísmicos el emplazamiento de la vivienda en el sitio es muy importante, por ello se deben tener en cuenta las siguientes reglas:

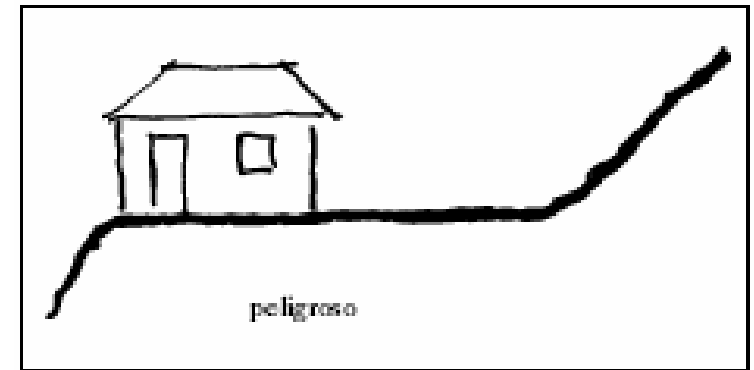
Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.



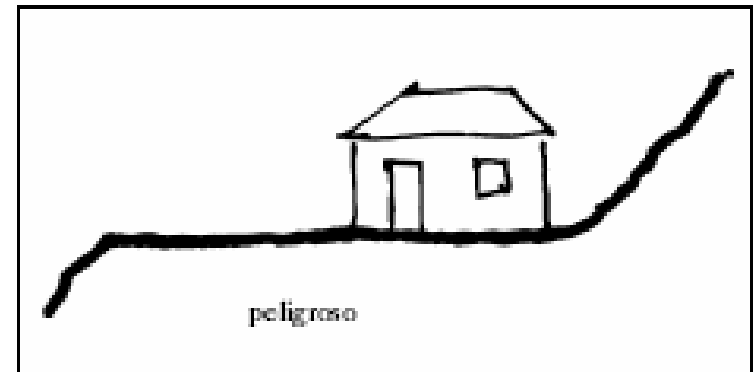
⁵⁵ Gernot Minke, Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra, Forsch Ungslabor Für Experimentelles Bauen (FEB) (Instituto de investigación de construcciones experimentales) Universidad de Rassel, Alemania. Primera edición, septiembre 2001. Segunda edición revisada y ampliada, noviembre 2001.

ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. Editorial Industria Gráfica Regentus san Camilo, Perú. 2005 pagina 16.

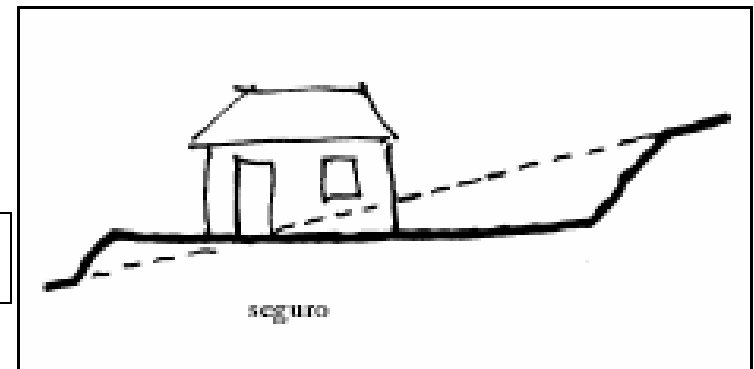
- a) No debe emplazarse la vivienda en el corte de una pendiente del terreno debido a que los impactos horizontales de la tierra durante el sismo pueden provocar el colapso del muro adyacente, ver fig. 2-1.
- b) No debe emplazarse la vivienda sobre una pendiente, para evitar el deslizamiento de la edificación, ver fig. 2-2.
- c) No debe emplazarse la vivienda cerca de fuertes pendientes, para evitar daños por deslizamiento del terreno, ver fig. 2-3 y 2-4.
- d) En el caso en el que se deba emplazar la vivienda en un terreno en pendiente se debe crear una plataforma, con suficiente distancia hacia los bordes de la pendiente, ver fig. 2-5.
- e) Es recomendable que las viviendas masivas y pesadas se emplacen en terrenos suaves y arenosos, para reducir las fuerzas de impacto del sismo, mientras que las viviendas livianas y flexibles como las de bahareque, se pueden emplazar sobre terreno rocoso.
- f) Se deben evitar los desniveles en la vivienda, si estos fuesen necesarios deben estar separados a una distancia de por lo menos 1 m., creando así espacios autónomos.
- g) En pendientes pronunciadas se hará andenerías⁵⁶ y muros de contención con piedras y concreto, para evitar los deslizamientos.



2-3



2-4



2-5

Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

⁵⁶ Andenes = terrazas o plataformas, estrategia que permite obtener el máximo provecho a las laderas de los cerros. Enciclopedia de consulta Encarta 2005.

h) No construir sobre laderas con más de 45° de pendiente cuando el suelo es arcilloso o más de 30° cuando el suelo es arenoso.

i) Evitar la proximidad a zonas inundables, cauces de ríos y torrenteras así como de relleno o antiguos basurales.

- La Nivelación⁵⁷

- Retirar del terreno los escombros, piedras grandes, basura, yerbas, etc., hasta que quede bien limpio.
- De preferencia el terreno para la construcción debe estar 0.20 m más alto que la pista o el terreno colindante.

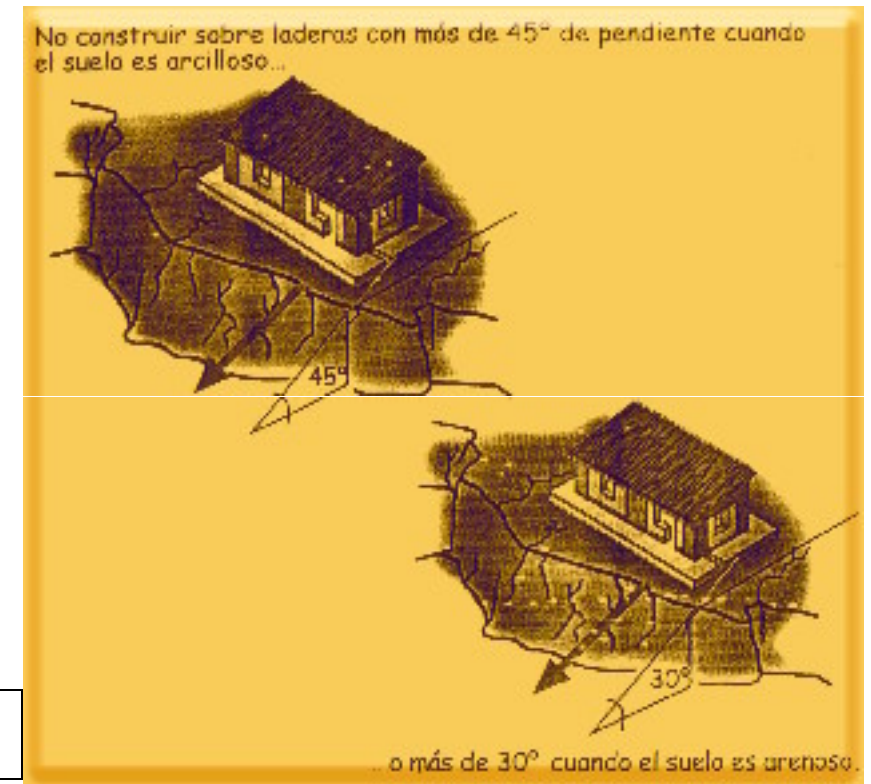
- Forma de la planta

Para obtener estabilidad de la vivienda la forma de la planta es muy importante.

En general:

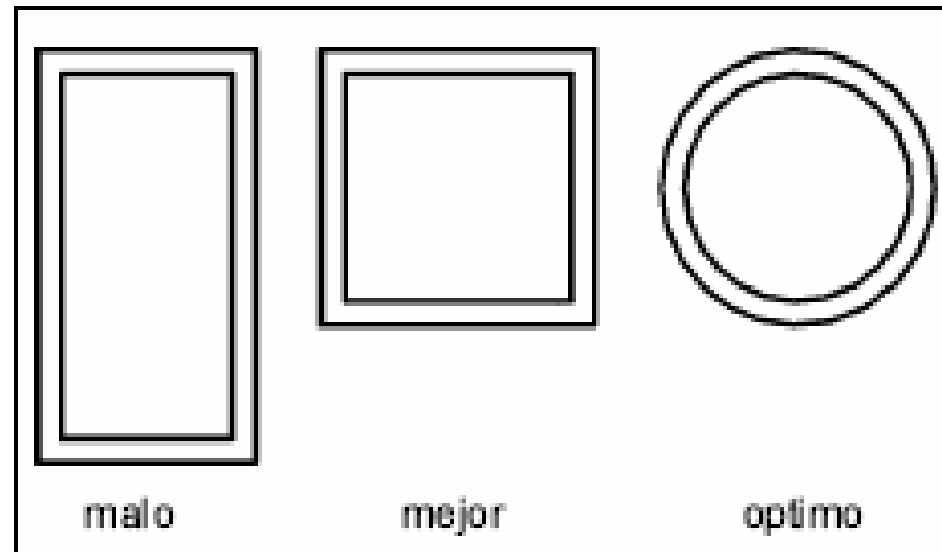
- Mientras más compacta la planta, más estable será la vivienda, una planta cuadrada es mejor que una rectangular y una circular es la forma óptima, ver fig. 3-1.
- Las plantas con ángulos no son recomendables, si estas fuesen necesarias se recomienda separar los espacios, la unión entre los mismos debe ser flexible y liviana, ver fig. 3-2.

Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

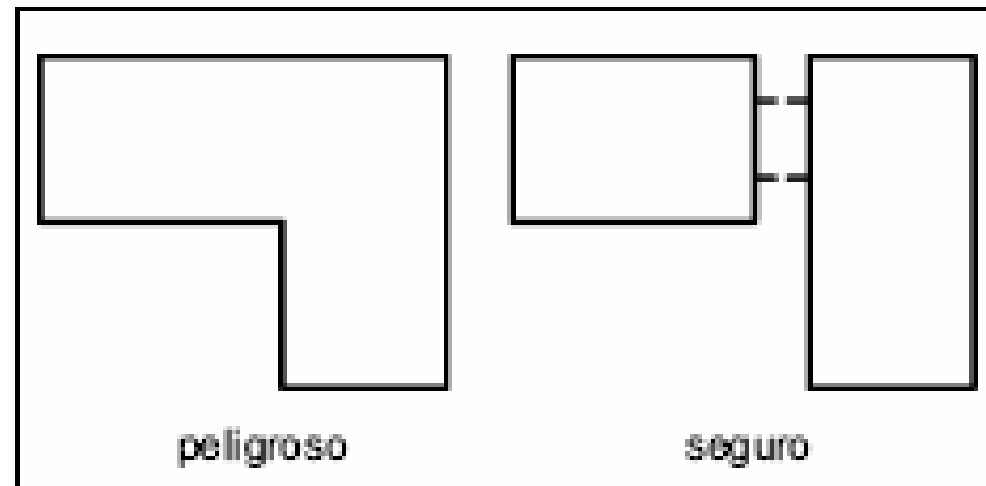


⁵⁷ ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. Editorial Industria Gráfica Regentus san Camilo, Perú. 2005 pagina 20.

Un método simple para simular el impacto de un terremoto se demostró en una tesis de doctorado en la Universidad de Kassel donde un peso de 40 Kg. sobre un péndulo de 5,5 m de longitud se dejó oscilar y golpear modelos de viviendas antisísmicas, ver fig. 3-3. Se hicieron estudios comparativos con una planta cuadrada y una circular mostrando la mayor estabilidad de esta última; luego de dos golpes del modelo con la planta cuadrada mostró grietas en las esquinas, ver fig. 3-4, luego de tres golpes el muro quedó parcialmente dañado, ver fig. 3-5, después de cuatro golpes dos de los muros colapsaron, ver fig. 3-6, el modelo con la planta circular presentó las primeras grietas recién luego de tres golpes, ver fig. 3-7, luego de 6 golpes una parte del muro se desplazó, ver fig. 3-8. Incluso hasta después de siete golpes el modelo no colapsó (Yazdani, 1985), Syed Sibtain construyó varias viviendas antisísmicas en Afganistán utilizando muros convexos reforzados en las esquinas con contrafuertes, ver fig. 3-9, la estabilidad obtenida con este diseño es tan buena como la que se obtiene con plantas circulares (Sibtain, 1982)



3-1 Plantas



3-2

Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

sismo se demostró en una tesis de doctorado en la



3-3 Simulacro de un impacto sísmico (Minke 2001)



3-4



3-5



3-6

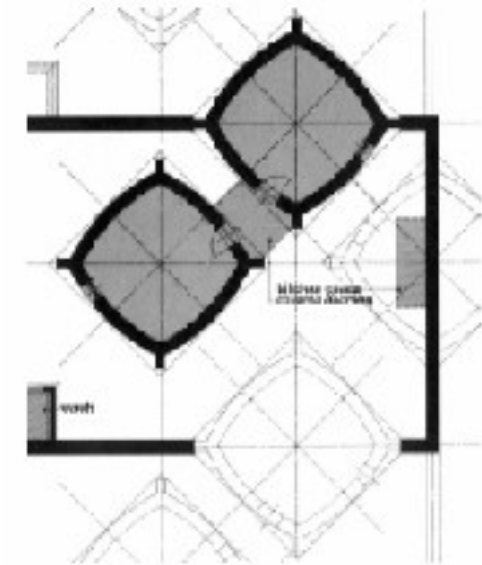


3-7



3-8

3-4 a 3-8 Ensayos sísmicos para modelos con plantas cuadradas y circulares (Minke 2001)



3-9 Planta de una vivienda sísmica en Acajutlán (Sobrie 1982)

Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

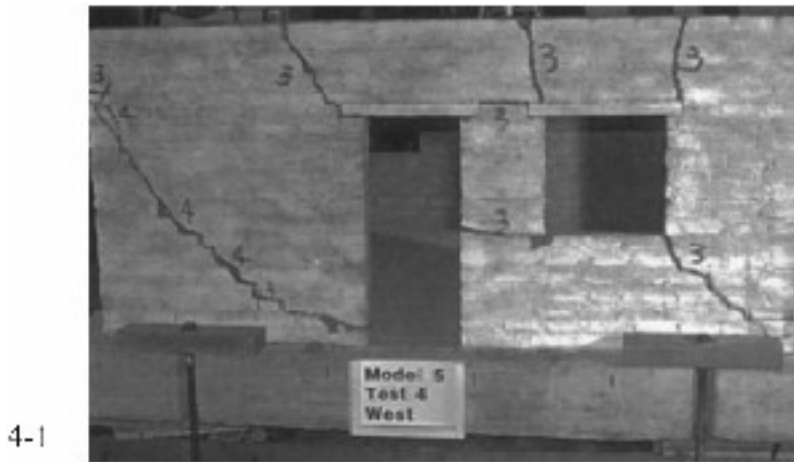
- Daños típicos provocados por movimientos sísmicos y errores de diseño

Las figuras 4-1 a 4-3, muestran grietas típicas en modelos a escala 1:5 provocadas por un movimiento sísmico simulado (Tolles et al. 2000) en ellos, se pudo observar que:

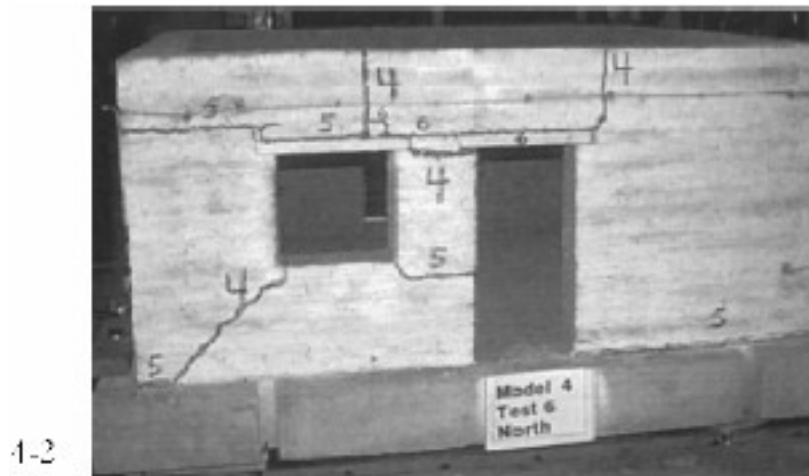
En los vanos de las ventanas a partir de las esquinas inferiores aparecen grietas diagonales hacia abajo.

- ⊕ Si el área de muro entre los vanos de la ventana y la puerta es muy angosta, esta se debilita y tiende a derrumbarse.
- ⊕ Si los dinteles no penetran suficientemente en la mampostería, estos colapsan como se puede ver en la fig. 4-3.
- ⊕ Si no hay una traba entre los dinteles y la mampostería sobre los mismos, aparecen grietas horizontales.
- ⊕ Si no se ejecuta un encadenado (collarín) y si este no tiene traba con la sección superior del muro esta se quiebra, pudiendo derrumbarse, ver fig. 4-3.

La fig. 4-4 muestra una vivienda diseñada con el propósito de ser antisísmica en la que las esquinas se reforzaron con contrafuertes, la prueba de simulación de un sismo, demostró que esta construcción sin encadenado no era estable aunque la construcción de la cubierta era muy liviana y estructuralmente aislada ver figs. 4-5 y 4-6 (Sibtain 1982). La fig. 4-7 muestra 10 errores en un vivienda rectangular de adobe, que pueden provocar un derrumbe durante un sismo.



4-1



4-2



4-3

4-1 a 4-3 Grietas típicas producidas por impactos sísmicos simulados en modelos (Tolles et al. 2000)

**Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.**

- Aspectos estructurales

Principalmente hay tres distintas posibilidades para construir una vivienda antisísmica:

1. Los muros y la cubierta deben ser tan estables para que durante el sismo no sufran deformaciones.
2. Los muros pueden sufrir deformaciones menores absorbiendo la energía cinética del sismo debido al cambio de la forma. En este caso la cubierta debe estar bien arriostrada con el muro mediante un encadenado.
3. Los muros deben construirse como en el segundo caso, pero se debe diseñar la cubierta como un elemento estructural aislado, es decir con columnas exentas de los muros para que durante el sismo ambos sistemas tengan un movimiento independiente.

En el primer caso las viviendas deben tener una estructura de hormigón armado con columnas en las esquinas y en los bordes de los vanos, conectadas con el encadenado superior, así como con el cimiento, una variante para construir un muro rígido sin deformaciones durante el sismo, es conectar las esquinas de los muros con tensores formando un cruce, en este caso existe el riesgo durante el sismo, que al ser el impacto muy grande las fuerzas se concentren en un punto que al estar sobrecargado rompa el tensor, conllevando al colapso de muro, ver fig. 5-1.

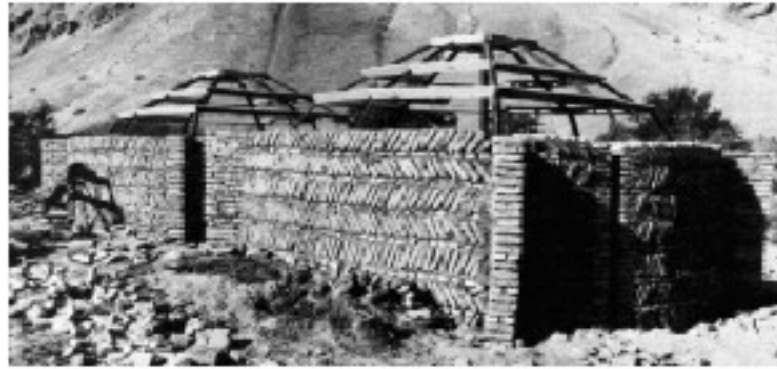


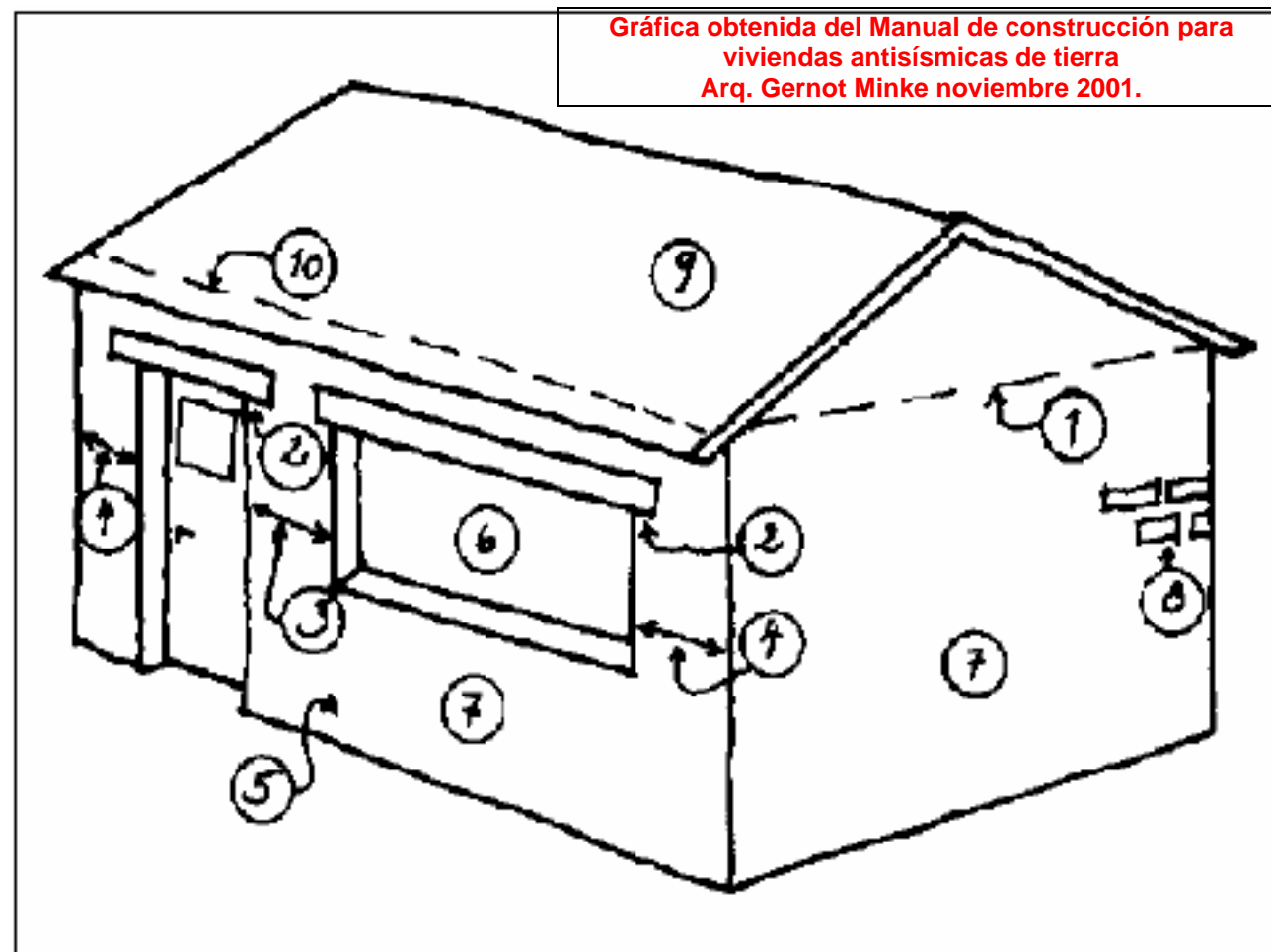
Fig. 5-1. Modelo de una vivienda, Argencia (Medio 1987)



4-5 y 4-6 Modelos de la vivienda de la fig. 4-4 después de impactos sísmicos simulados (Sibraia, 1982)

**Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.**

- ☑ Errores estructurales que provocan riesgos de derrumbe durante un sismo:
 - A usencia de un refuerzo horizontal (encadenado, collarín o viga cadena)
- ☑ Los dinteles no penetran suficientemente en la mampostería.
- ☑ El ancho entre los vanos de la ventana y la puerta en relación a las esquinas es demasiado angosto.
- ☑ Ausencia de un sobrecimiento (zócalo).
- ☑ El Vano de la ventana es demasiado ancho.
- ☑ El muro es muy largo y delgado sin tener elementos de estabilización.
- ☑ La calidad de la mezcla del mortero es pobre (con una baja capacidad aglutinante), las uniones verticales no están completamente rellenas, las uniones horizontales son demasiado gruesas (más de 1,5 cm.).
- ☑ La cubierta es demasiado pesada.
- ☑ La cubierta tiene un arrostramiento débil con el muro.



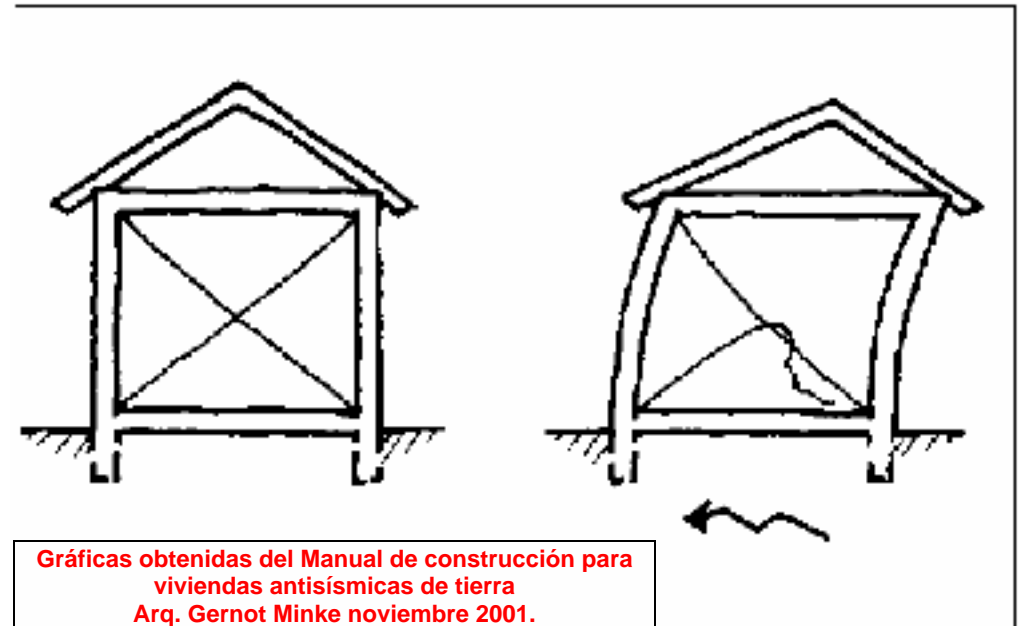
4-7 Errores estructurales que provocan riesgos de derrumbe durante un sismo

Los sistemas del segundo y tercer caso con muros dúctiles (flexibles), pueden construirse sin hormigón armado y sin tensores, los que los hace mucho más económicos, por ejemplo, los muros construidos con el sistema de bahareque también denominado bajareque o quincha (wattle and daub en inglés), poseen esta ductilidad, la fig. 5-2 muestra una vivienda de bahareque en Guatemala que después de un sismo, sufrió deformaciones sin colapsar y fue solo necesario apuntalar

uno de sus muros. Los impactos verticales de la tierra provocados por el sismo, son mucho menores que los horizontales, hay dos tipos de impactos horizontales que deben tenerse en cuenta:

1. Los que son paralelos al plano del muro y los que son perpendiculares al mismo (las fuerzas que son diagonales al muro se pueden dividir en dos componentes una paralela y otra perpendicular).
 - ✓ El impacto de las fuerzas paralelas al muro, producen un desplazamiento menor de la sección superior del muro en relación al inferior, debido a la inercia de la masa, por ello se producen cizalladura en el muro que ocasionan grietas oblicuas.
 - ✓ Mientras mayor la altura del muro y mayor el peso de la cubierta, mayor será el riesgo de la aparición de grietas.
2. Los impactos perpendiculares al muro provocaron un momento que puede provocar su colapso, para disminuir este riesgo, éste debe ser suficientemente ancho o estar reforzado mediante muros intermedios, contrafuertes y un encadenado.
 - ✓ Los muros altos y delgados pueden colapsar aunque estén reforzados con contrafuertes o muros intermedios, ya que estos se pandean y quiebran.
 - ✓ Los daños mayores provocados por un sismo, ocurren cuando los muros colapsan hacia el exterior dejando caer la estructura de la cubierta.

Por ello, la tarea principal del diseño antisísmico es asegurar que los muros no caigan hacia el exterior o diseñar una estructura de cubierta aislada es decir sobre columnas exentas de la estructura del muro.



5-1



5-2 Vivienda de bahamuc en Guatemala por un sismo en Guatemala (Minke 2001)

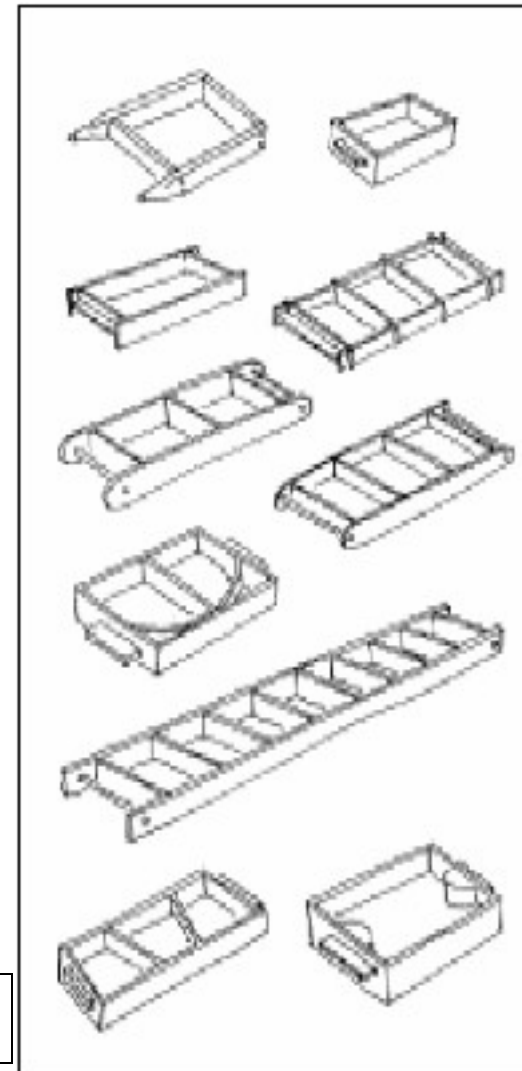
Para el diseño de viviendas antisísmicas se debe tener en cuenta que las fuerzas del sismo que se ejercen sobre la construcción deben ser proporcionales a la masa de la misma y que el desplazamiento es mayor de acuerdo a la altura de la construcción.

- **MUROS DE ADOBE**

- Generalidades

Los bloques de barro producidos a mano, relleno de barro en moldes y secados al aire libre se denominan adobes, cuando la tierra húmeda se compacta en una prensa manual o mecánica se denominan bloques de suelo, los ladrillos producidos mediante un extrusor en una ladrillera, sin cocer se denominan ladrillos crudos, los bloques más grandes compactados en un molde se denominan bloques compactados o adobones.

Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.



7-1 Moldes para adobes (Minke 2001)

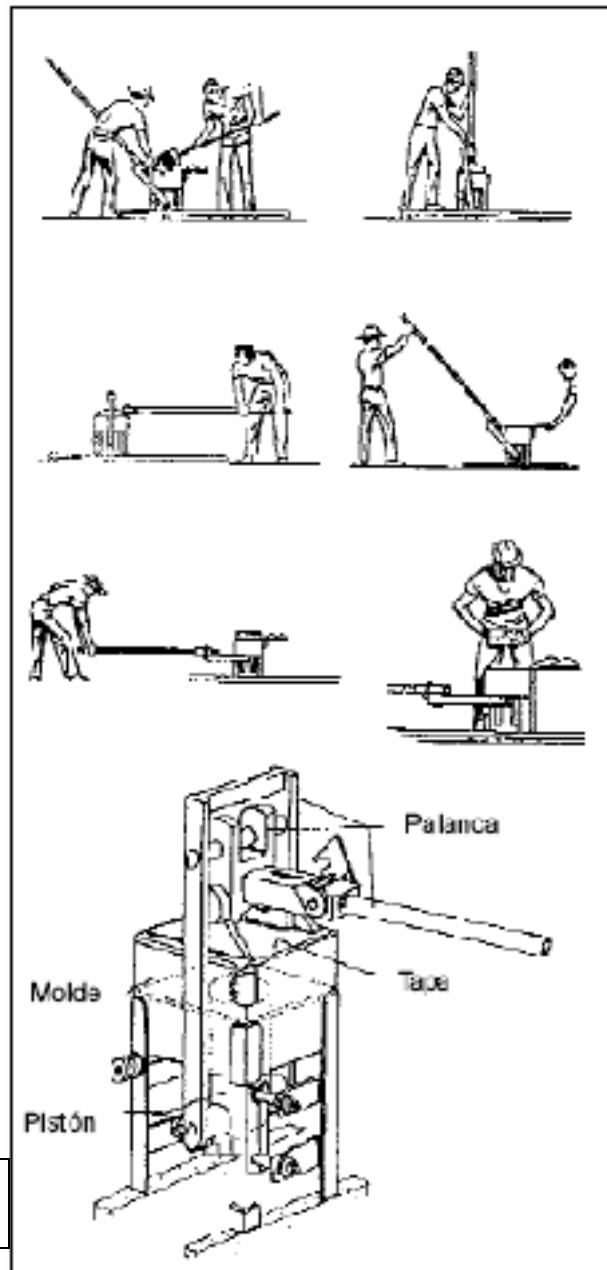


7-2 Proceso de elaboración de adobes en Ecuador

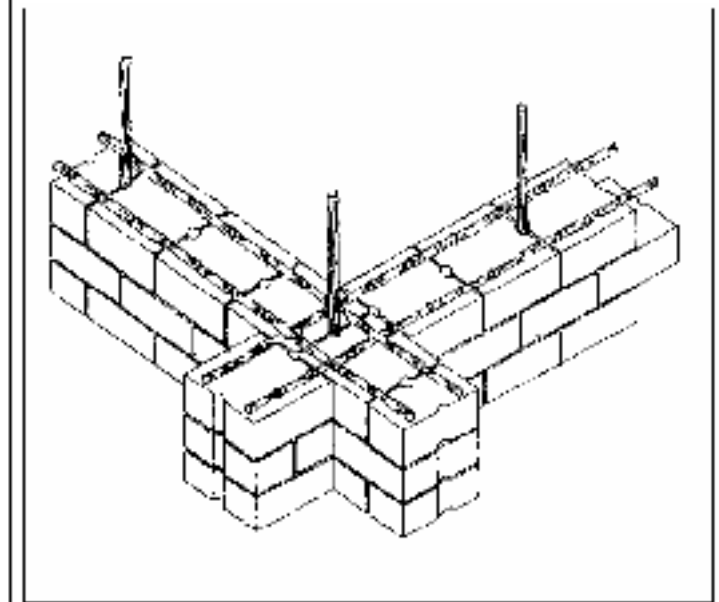
La elaboración de los adobes se realiza ya sea relleno de los moldes con un barro menos pastoso en el molde, hay muchos tamaños y formas de adobes en el mundo, la fig. 7-1 muestra diferentes moldes, que usualmente son de madera. En Latinoamérica las medidas más comunes son de 38 x 38 x 8 cm o 40 x 20 x 10 cm. La fig. 7-2 muestra un proceso de elaboración de adobes en Ecuador, existen también prensas manuales para elaborar bloques de tierra, la más conocida es la CINVA-Ram, ver fig. 7-3. Existen variantes de esta prensa por ejemplo la CETA-Ram, ver fig. 7-4, desarrollada en la Universidad Católica de Asunción del Paraguay y permite elaborar tres unidades a la vez, mientras una persona produce por día 300 adobes a mano, con este tipo de prensa una persona solo llega a producir aproximadamente 150 unidades. Estos bloques tienen la ventaja de tener medidas constantes y superficies lisas, las desventajas es que la resistencia a compresión y flexión es menor por ello es usualmente necesaria la estabilización con cemento entre 4 a 8% para la ejecución de la mampostería deben tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Las capas horizontales del mortero no deben tener un espesor mayor a 2 cm.
- Las uniones verticales deben rellenarse completamente con mortero.
- La calidad del mortero debe ser alta con un contenido de arcilla alto para obtener una buena adherencia y una alta resistencia a la flexión.
- Los adobes deben mojarse antes de su colocación.

Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra Arq. Gernot Minke noviembre 2001.



7-4 CETA-Ram, Paraguay



7-5 Sistema INTNVI, Perú

- Refuerzos internos

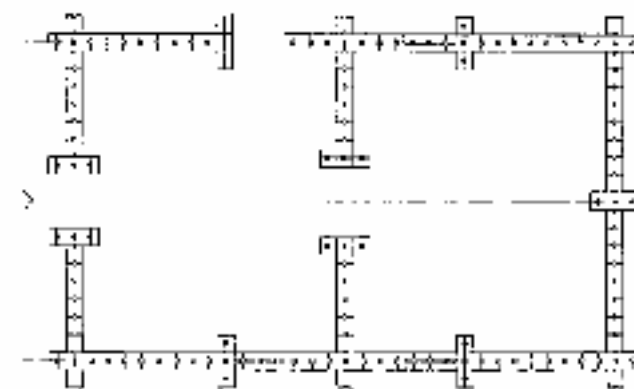
El Instituto nacional de normalización de la vivienda en Perú (IN IN VI), desarrolló un sistema de refuerzo interno para muros en el que hay dos tipos de adobes, unos tienen ranuras de 5 cm de diámetro en los extremos y otros son mitades de adobes con una sola ranura para obtener la traba. Por estas ranuras atraviesan varillas de caña, ver fig 7-5. En este sistema se refuerzan los muros mediante contrafuertes integrados, intermedios en las esquinas, ver fig. 7-6; la fig. 7-8 muestra una vivienda revocada, construida con este sistema, en esta figura se pueden ver las vigas horizontales de las cerchas de la cubierta, conectadas con los contrafuertes, logrando así una buena ligazón entre la cubierta y los muros.

La fig 7-6 y 7-8 muestran los aspectos más importantes para el diseño de una vivienda con este sistema. Si los muros tienen una longitud 12 veces mayor al espesor, se recomienda ejecutar un contrafuerte (machón) intermedio, en la interdicción se requiere también un contrafuerte; las cañas horizontales que se pueden ver en

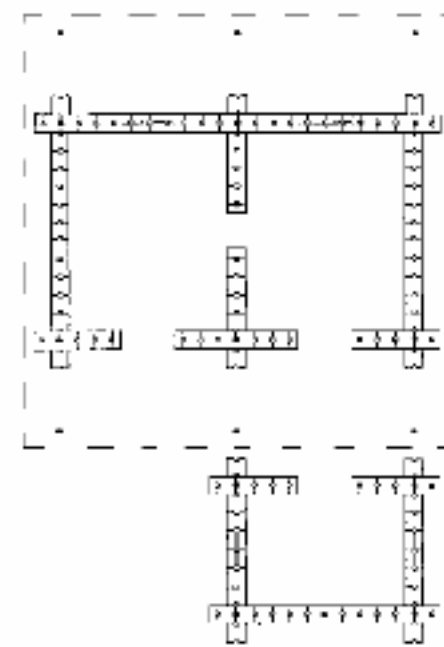
la fig. 7-5 ubicadas sobre los adobes, usualmente son desventajosas, debido a que debilitan la resistencia del muro a un impacto sísmico en vez de reforzarlo. La falla surge por la débil ligazón entre las capas de adobe en las que se encuentran las cañas, debido a que la capa de mortero no es suficientemente gruesa para proveer una buena unión, para obtenerla es necesaria una capa de mortero de 2 cm sobre y debajo de la caña, que da como resultado una junta de 6 a 8 cm. En este sistema los adobes deben ser rugoso, para que la adherencia de al mortero sea suficiente, si no se cumple estos requerimientos los elementos horizontales debilitan la estructuras.

La fig. 7-7 muestra una planta usada en El Salvador (Equipo Maiz 2001).

Si el diseño no prevé contrafuertes en las esquinas, se requiere reforzar las mismas por ejemplo con hormigón armado, como se puede ver en la fig. 7-10. En la propuesta de arriba se requiere hacer una traba cada 50 cm entre las varillas de acero verticales y la mampostería de adobes, que consiste en varillas de acero horizontales dobladas y enganchadas a la mampostería.



7-6 Planta del sistema ININVI, Perú (Pereira 1995)

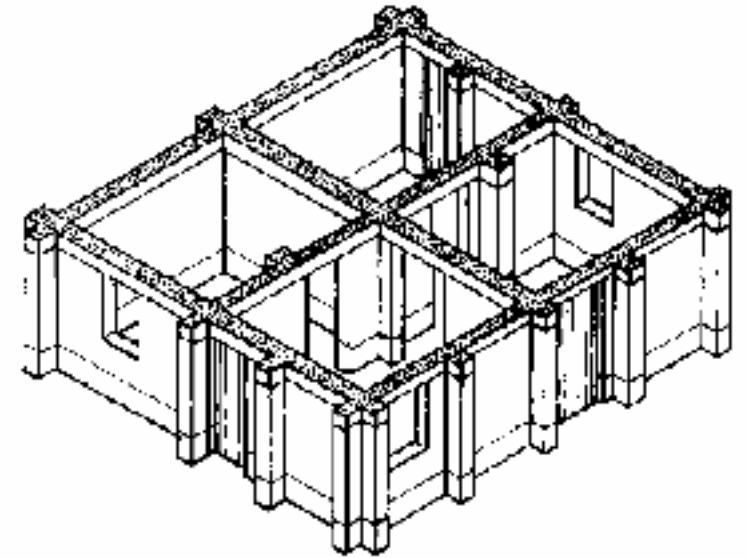


7-7 Planta del sistema ININVI, Perú (Pereira 1995)

Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra. Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

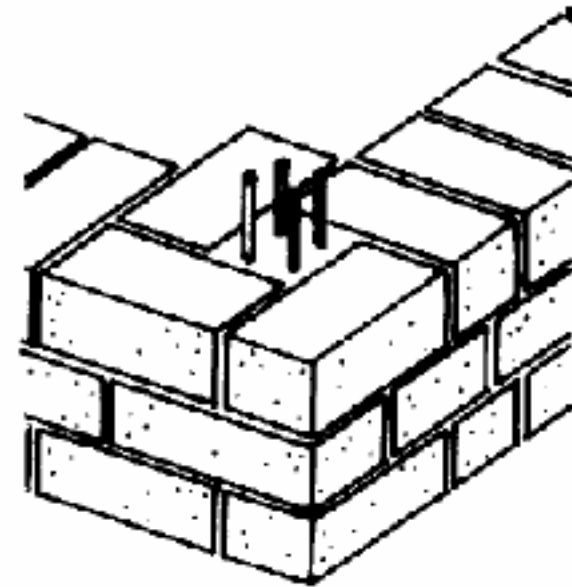
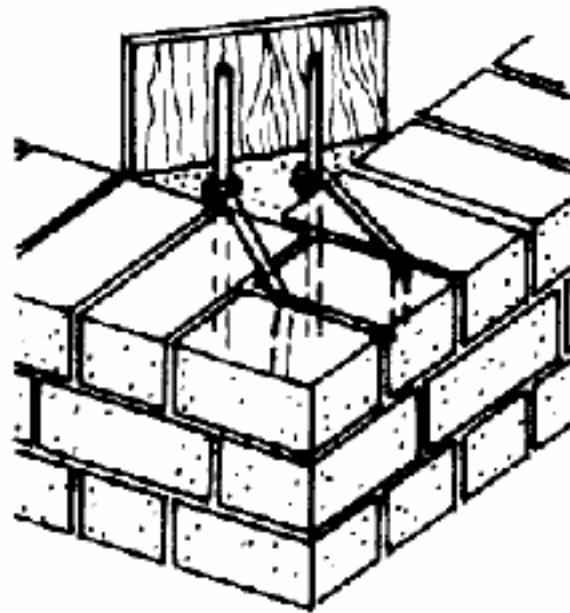


7-8 Centro de educación.
Acomayo, Perú
(Percini 1995)



7-9 Diseño del sistema
de adobes reforzados
con centralizones

Gráficas obtenidas del Manual de construcción
para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

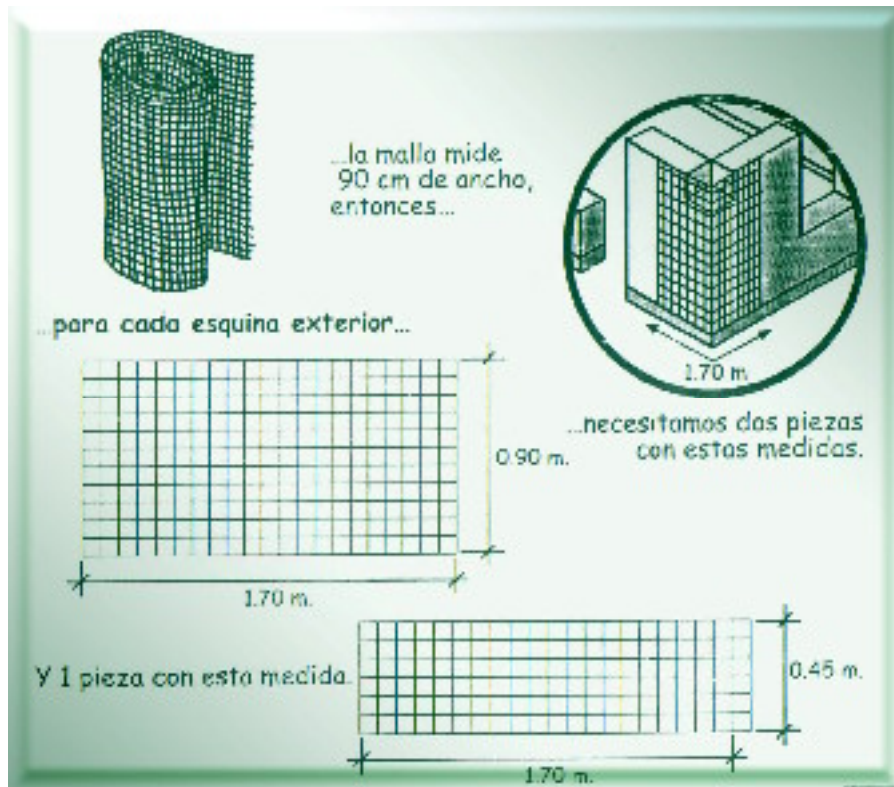


7-10 Esquinas reforzadas
con hormigón
armado

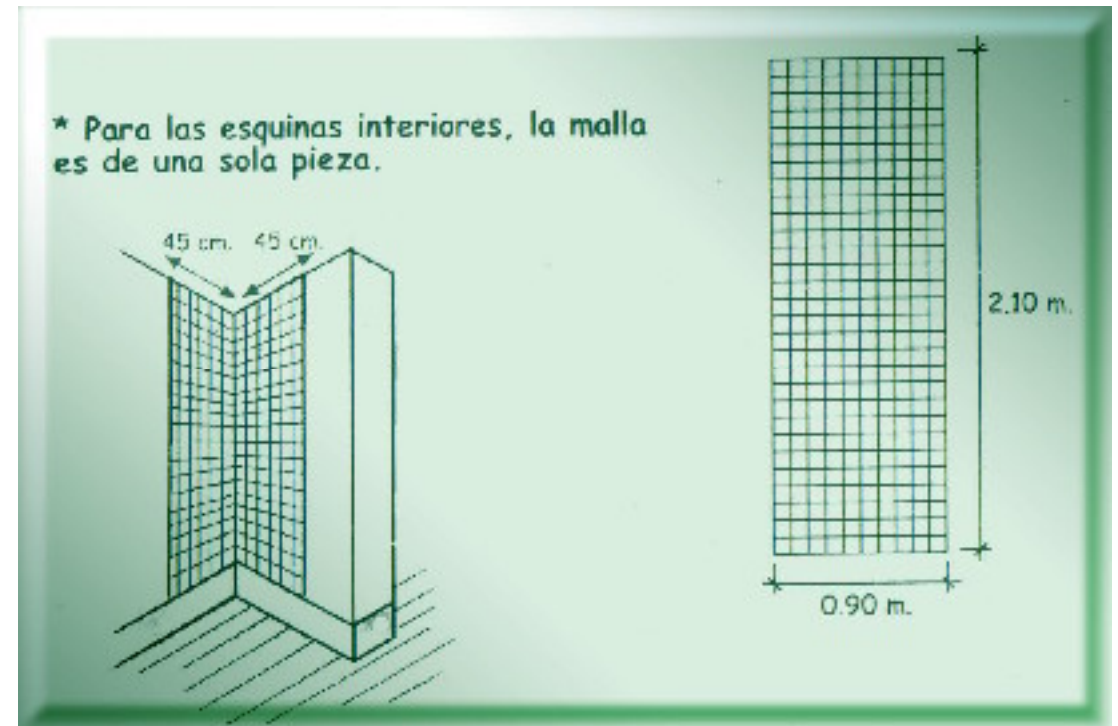
⁵⁸ ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. Editorial Industria Gráfica Regentus san Camilo, Perú. 2005



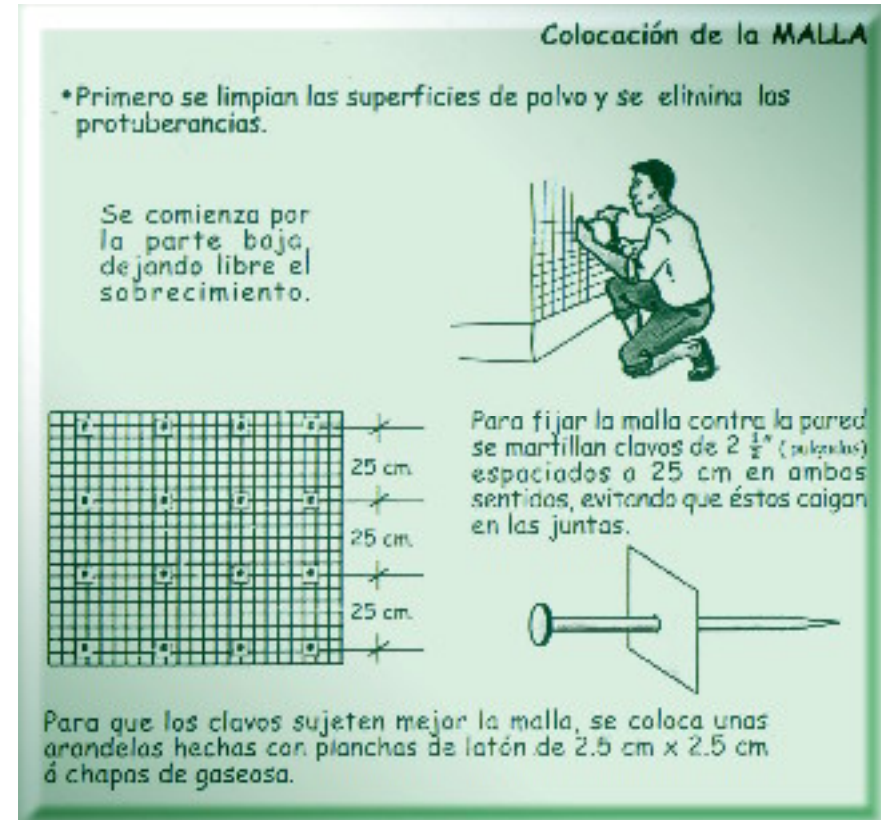
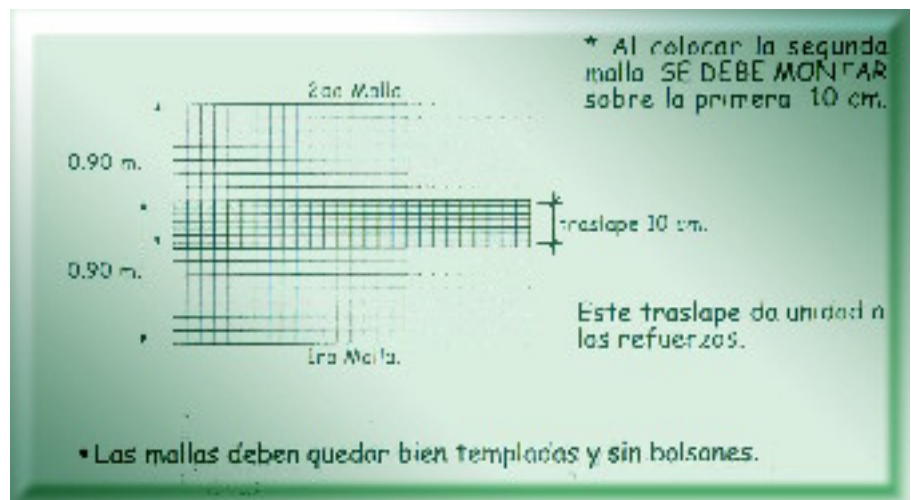
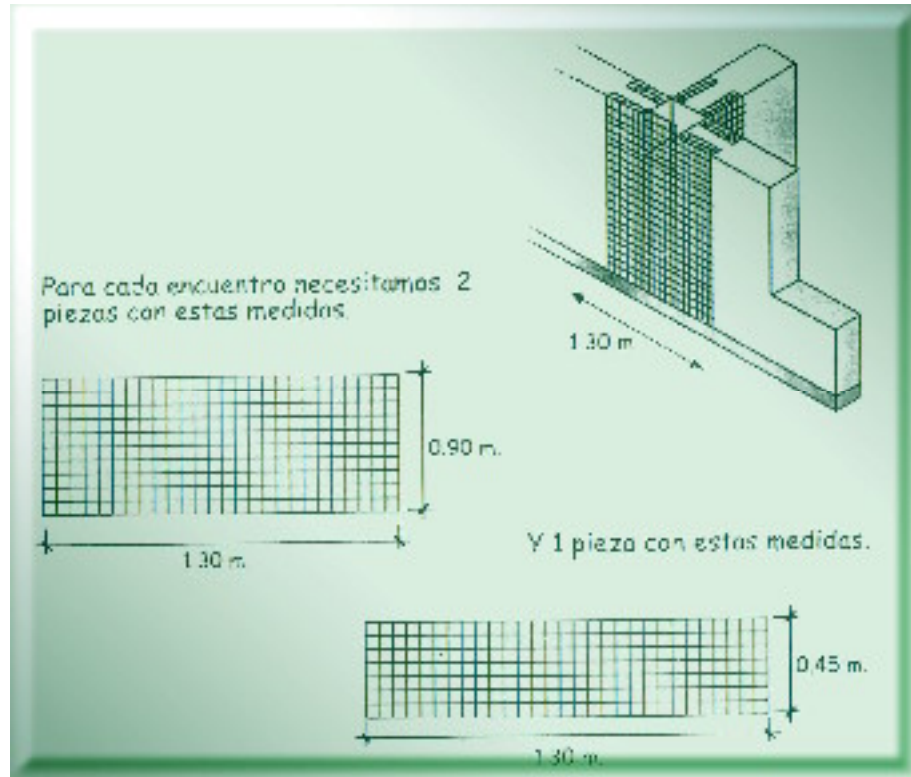
Las Mallas electro soldadas simulan columnas en todos los encuentros y esquinas de los muros, permitiendo que la casa sea más resistente a los terremotos. La malla es de 1 mm. De diámetro y calada de $\frac{3}{4}$ "



Gráfica obtenida del Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Perú. 2005



Gráfica obtenida del Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Perú. 2005

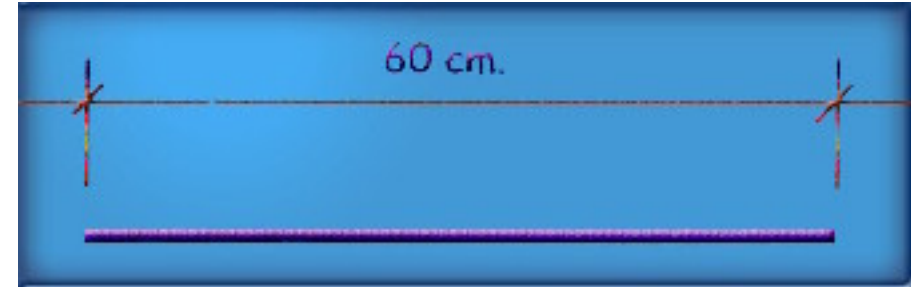


- Conectores y ubicación⁵⁹
- Los conectores son alambres que unen e interconectan las mallas electro soldadas exteriores e interiores, se fijan con mortero de cemento y arena.
- El mortero tendrá una dosificación arena : cemento de 1:4 respectivamente.
- Los conectores serán fabricados con alambre No. 8 (hierro de 4mm. De diámetro), para ello cortamos piezas de 60 cm. de longitud.
- Se doblan de tal forma que queden en forma de "C" con una longitud de 40 cm. y el dobles de 10cm

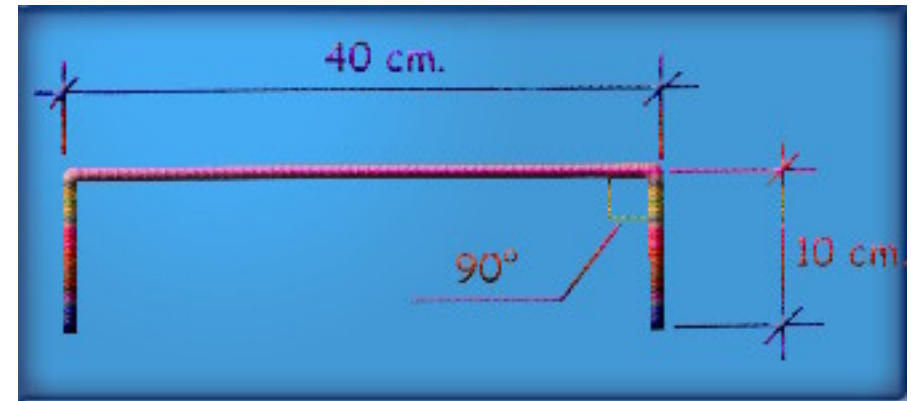
Ubicación:

- Los conectores se colocaran en todas las esquinas en la 4ta. Hilada de unos de los muros y en la 5ta. Del otro muro, a 21 cm de la esquina interior; esta ubicación siempre debe coincidir con una junta vertical de adobes, como se indica en la figura. Esta operación se repite cada 4 hiladas hasta terminar el muro.

Verdadera longitud de Conector



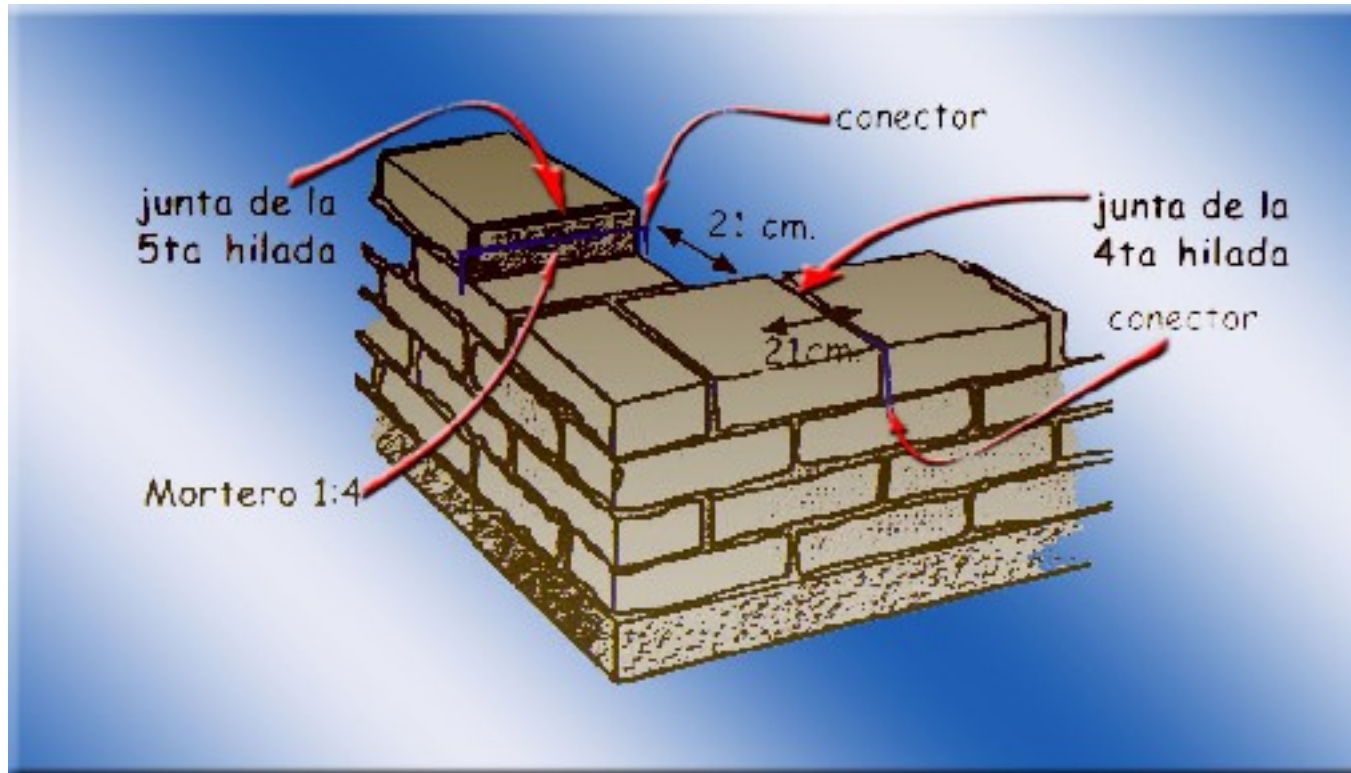
Conector doblado en forma de "C"



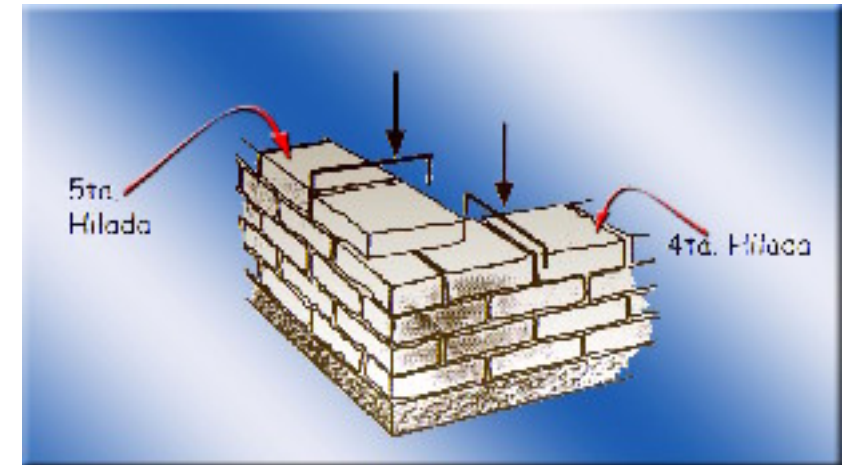
Gráficas obtenidas del Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Perú. 2005

⁵⁹ ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. Editorial Industria Gráfica Regentus san Camilo, Perú. 2005. P 36

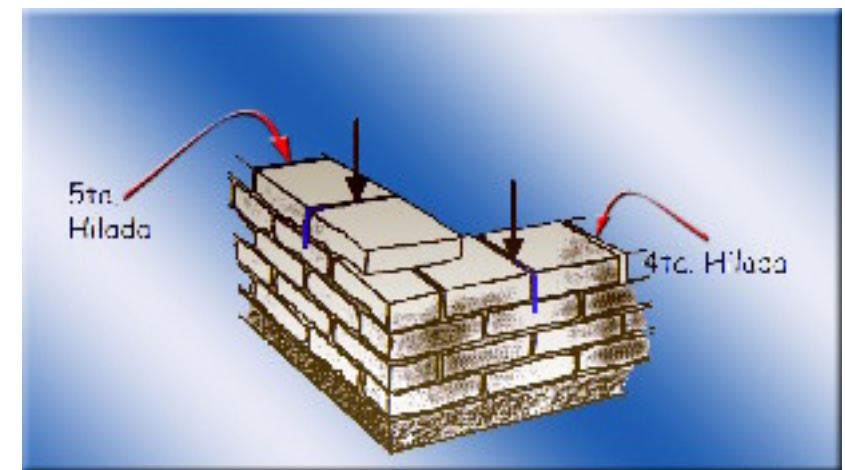
Instalación de conectores en esquinas en forma de " L "



1) Ubicar 4ta. y 5ta. Hilada y también las juntas

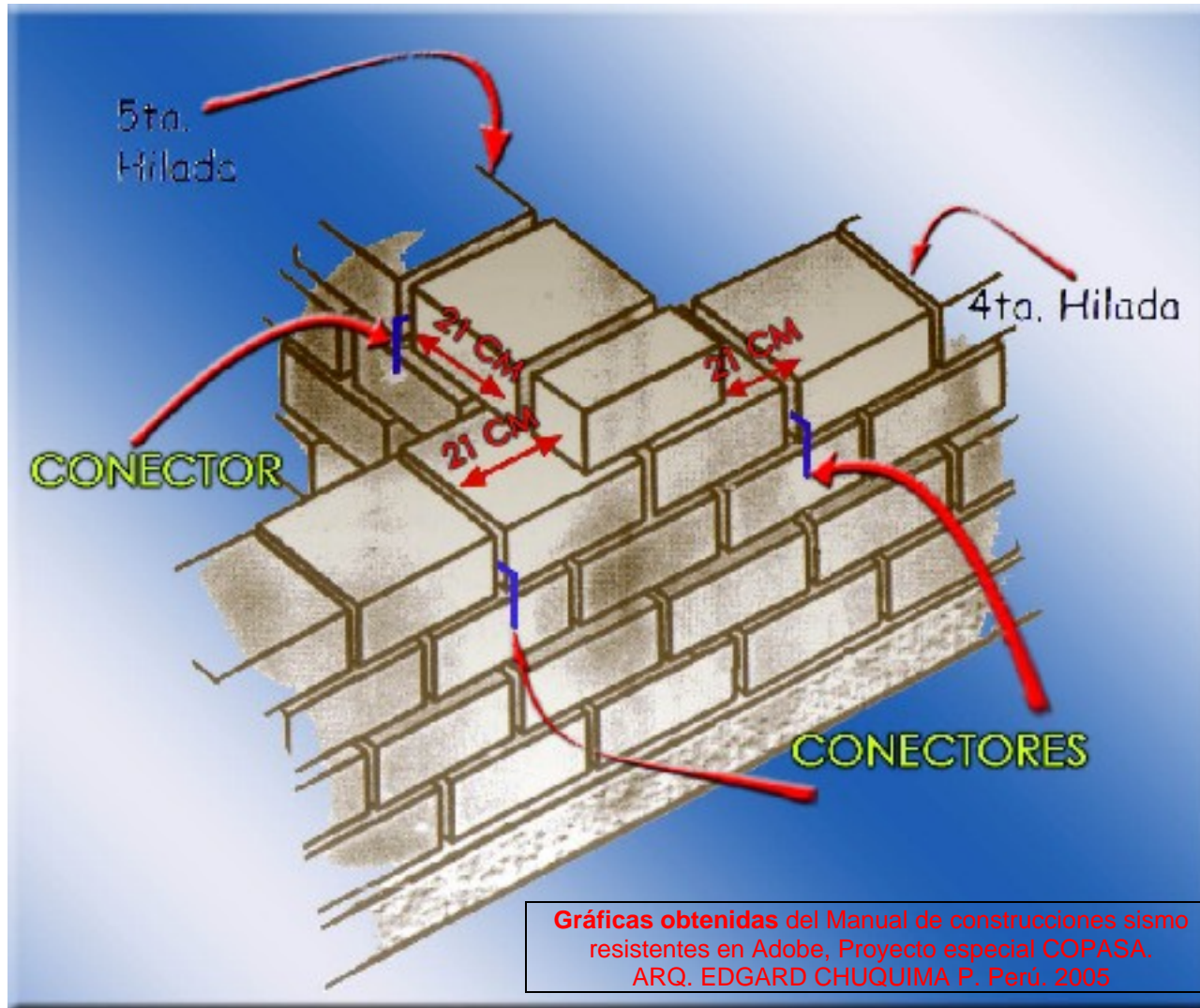


2) A asegurar conectores con mortero de arena: cemento con proporción 1:4

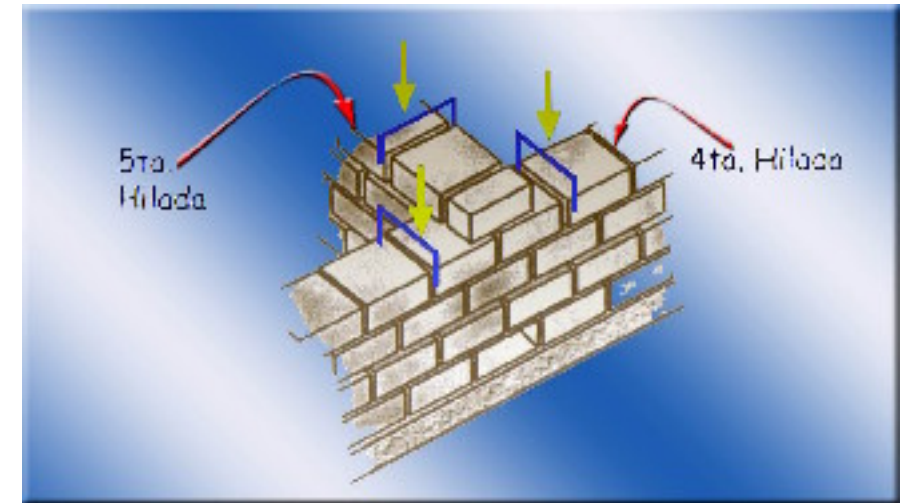


Gráficas obtenidas del Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Perú. 2005

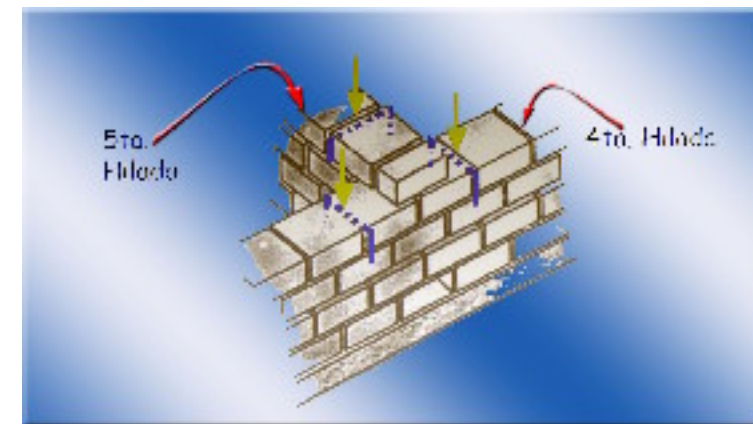
Instalación de conectores en esquinas en forma de " T "



1) Ubicar 4ta. y 5ta. Hilada y también las juntas

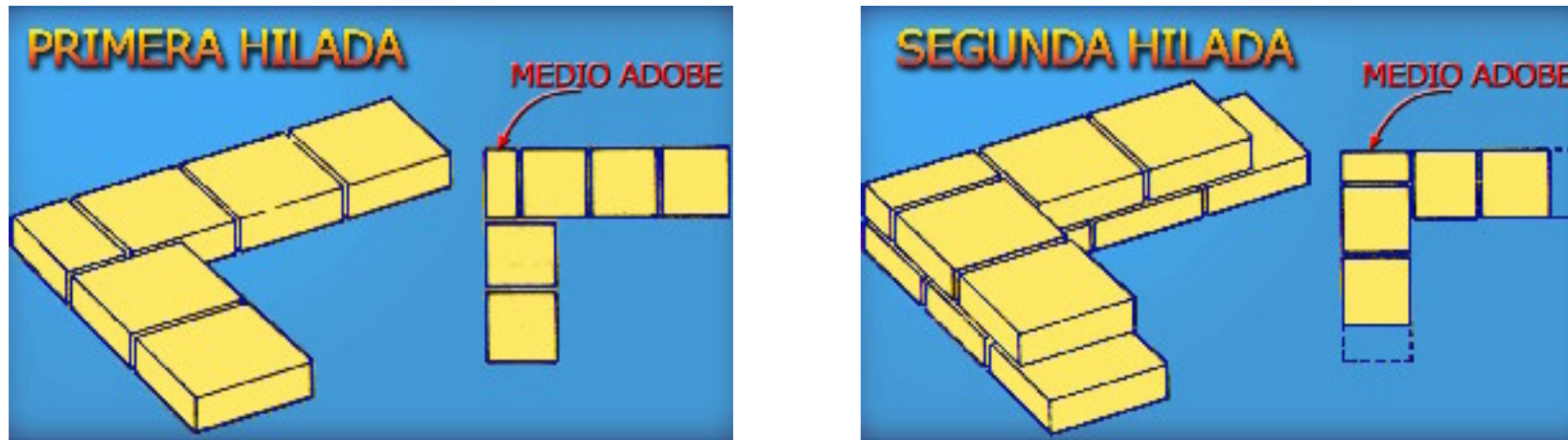


2) Instalar y fijar los conectores con mortero de arena: cemento con proporción 1:4



- Amarre en los encuentros de los muros⁶⁰
- Antes de asentar el adobe, hay que saber como realizar correctamente los amarres y diferenciar los tipos de encuentros.
- La primera hilada es impar, luego viene una hilada par, ambas se disponen intercaladas hasta culminar el muro.

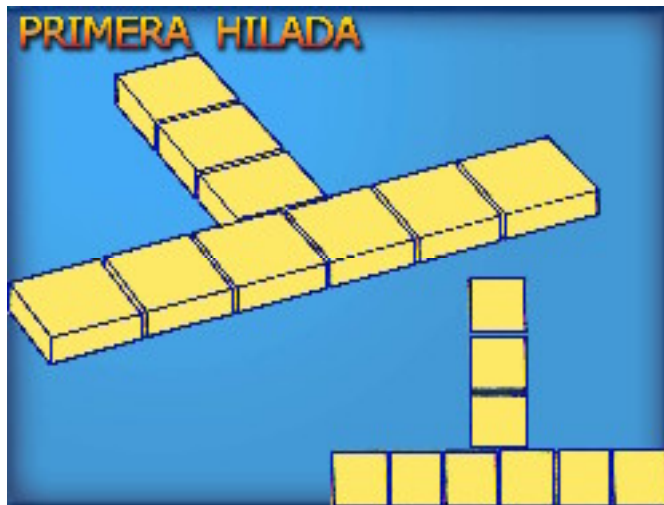
En las esquinas en forma de “ L ”



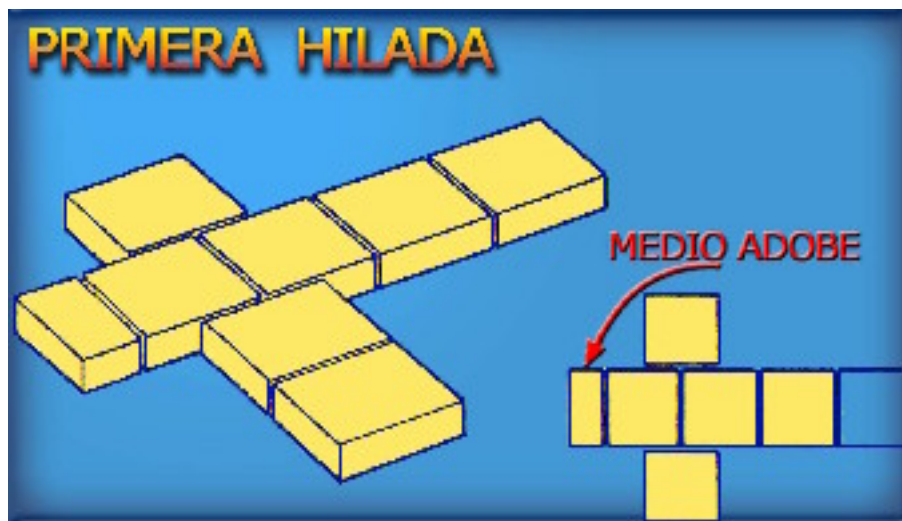
Gráficas obtenidas del Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Perú. 2005

⁶⁰ ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. Editorial Industria Gráfica Regentus san Camilo, Perú. 2005 pagina 32. CÁRITAS DE GUATEMALA, Manual para la construcción de viviendas con adobe paginas 34-36.

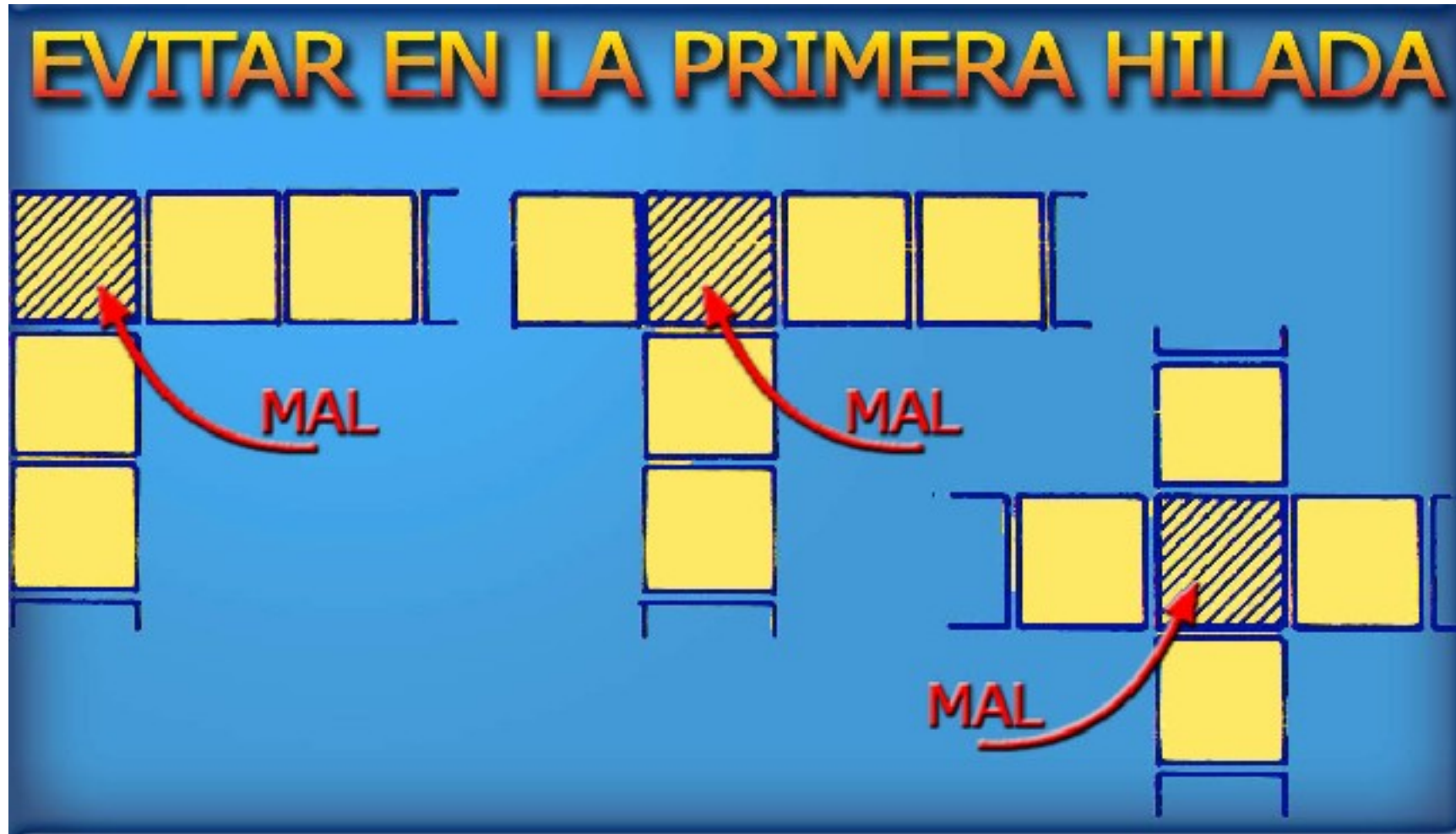
Gráficas obtenidas del Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Perú. 2005



En los encuentros en "Cruz"



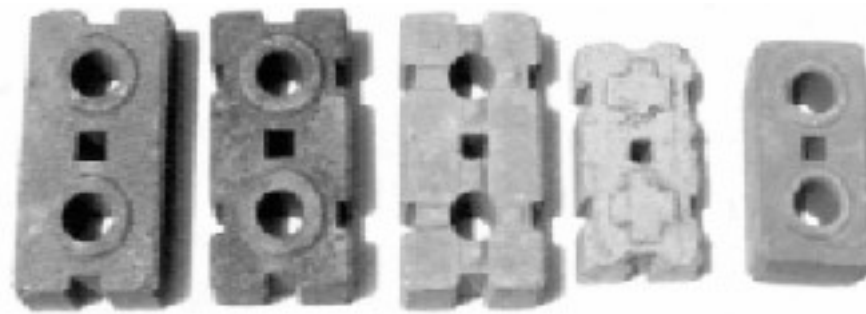
Para garantizar una correcta traba, debe evitarse en la primera hilada, las siguientes situaciones:



Gráfica obtenida del Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Perú. 2005

- Muros de bloques machihembrados

Esta es una solución interesante para construir muros sin mortero con bloques de suelo cemento que encajan entre si por medio de un sistema de machihembrado; en la fig. 7-11 se puede ver diferentes diseños de bloques, estos son producidos con prensa manual



7-11 Bloques machihembrados (Weinhuber 1995)

y la tierra debe ser estabilizada con cemento, estos muros pueden resistir los impactos sísmicos, si reciben suficiente carga de la cubierta, si están reforzados por elementos verticales (caña o hierro) en cada intersección y en los espacios intermedios y si estos elementos están arriestrados con el encadenado. A simismo, la estructura es flexible y puede absorber la energía cinética del sismo debido a que los perfiles machihembrados tienen una tolerancia mínima que permite a los bloque moverse levemente en la dirección horizontal.

El sistema fue desarrollado en Asian Institute of Technology, Bangkok, las figs. 7-12 y 7-13 muestran la aplicación del mismo en la primera vivienda piloto construida en Tailandia, en este caso los orificios fueron rellenos con una lechada de cemento y arena en relación 1:3.

La fig. 7-14 ilustra un sistema similar desarrollado en la Universidad de los Andes, Mérida, y Venezuela. El sistema consiste en mampostería de bloques de suelo cemento machihembrados con ranuras y contiene refuerzos horizontales «rafas» a una altura de 1.20 m de hormigón armado, de 6 cm de espesor anclados con cañas a los machones verticales, el anclaje entre los bloques machihembrados tiene un espesor de solo unos milímetros y por ello la resistencia a los impactos laterales es baja.



Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

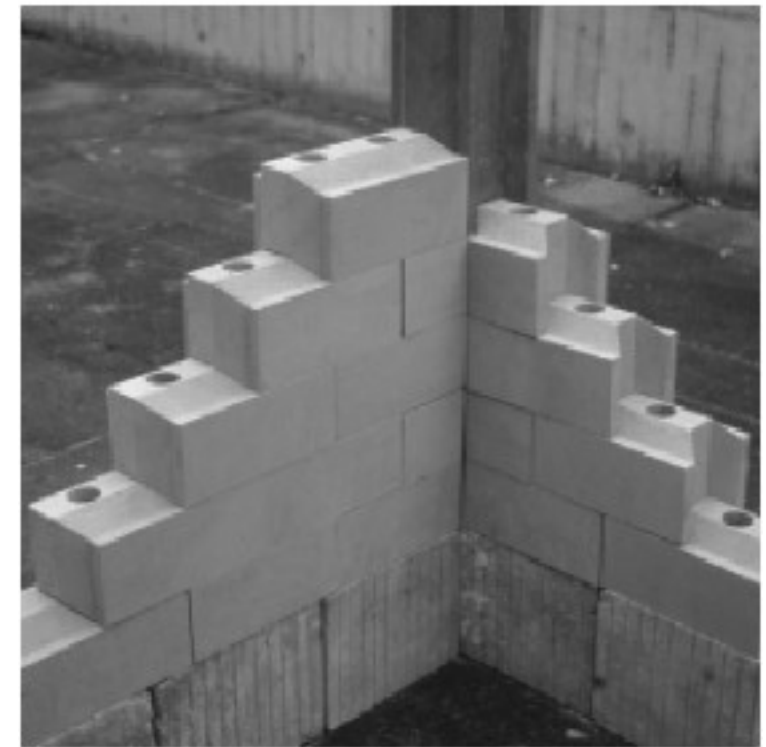
7-12 y 7-13 Vivienda piloto, Tailandia 1984 (Weinhuber 1995)

La fig. 7-15 muestra una propuesta del Arquitecto Gernot Minke para incrementar esta resistencia mediante una unión de 40 mm de espesor con la que obtiene no solo un unión vertical como en los otros sistemas sino también una horizontal entre los bloques, en los orificios de los bloques se pueden colocar refuerzos verticales, por ejemplo bambú fijado con cemento, si en los extremos de los muros hay columnas de hormigón y sobre los muros un encadenado de hormigón no son necesarios los refuerzos verticales.

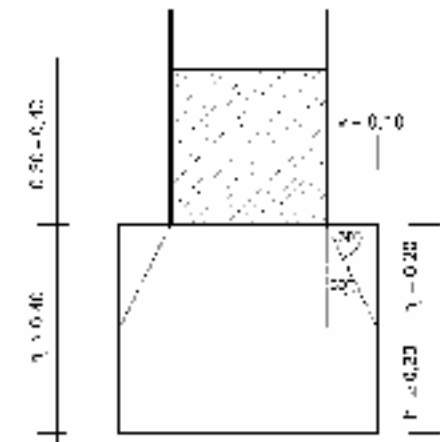
- Uniones críticas de los elementos estructurales

Respecto a la altura (h) del cimiento se puede decidir que está conformado por dos partes inseparables una de ellas denominada sección de carga (h_1) que es la parte del cimiento que recibe las cargas de la construcción y las distribuye en un área mayor, estará dimensionada en función de V y deberá cumplir con la relación $h/V = 2$; y la sección de soporte (h_2) cuya función es la de recibir las cargas y transmitir las al suelo. Su altura no será menor a 0.20m. Es decir la altura mínima del cimiento será de 0.40 m puede ser más alto si la resistencia del suelo no es suficiente o si el suelo tiende a congelarse hasta una profundidad mayor. El espesor usualmente es de 20 cm mayor que el del sobrecimiento, ver fig. 10-1.

Los sobrecimientos son usualmente ejecutados con ladrillos o piedras pero deberán ejecutarse preferentemente con hormigón ciclópeo u hormigón armado. Su altura no deberá ser menor a 0.30m. Las uniones entre el cimiento y el sobrecimiento, así como entre el sobrecimiento y el muro deben tener una buena traba para hacerlas resistentes a los impactos horizontales del sismo, es decir para evitar que se quiebren; las superficies de los cimientos y sobrecimientos no deben ser lisas sino más bien deben tener elementos de traba (piedras, caña o elementos de madera) que logren una mejor unión, estos elementos deben situarse cada 30 a 50 cm, ver Fig. 10-2.



7-15 Sistema de bloques machiembados FEB, 2001



10-1 Dimensionación para muros perimetrales

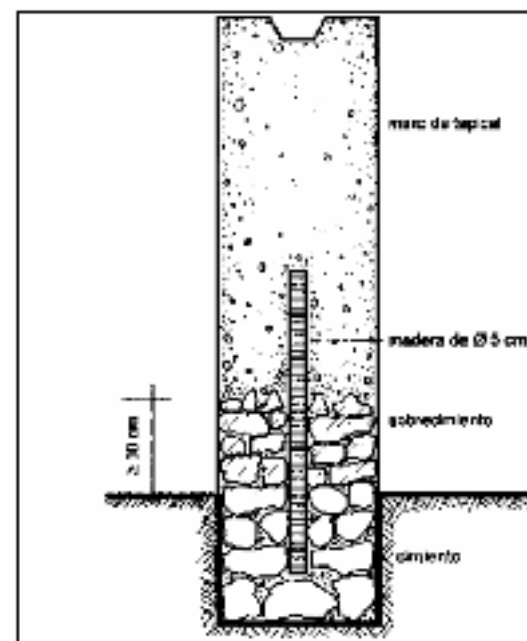
Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

En el caso en el que una protección sobre el sobrecimiento contra la humedad ascendente (cartón asfáltico o plástico) sea necesaria, ésta debilita la unión por ello los elementos verticales de traba son muy importantes. En la fig. 10-2 se puede ver la disposición del elemento de madera que actúa como traba, en muros de adobe, es necesario utilizar un mortero con una buena capacidad aglutinante para la unión entre el sobrecimiento y la primera hilada de adobes. El mortero a utilizarse para las juntas entre las hiladas debe tener la misma calidad, una propuesta del Arquitecto Gernot Minke, todavía no experimentada para reducir el impacto del sismo, es diseñar un cimiento flotante, es decir una fundición desplazable como se puede ver en la fig. 10-3. En este caso la base del cimiento debe tener un espesor mayor en forma redonda que descansa en un canal relleno con canto rodado de 4 a 16 mm de diámetro, los impactos del sismo son parcialmente absorbidos por este canal, debido a que el canto rodado puede desplazarse.

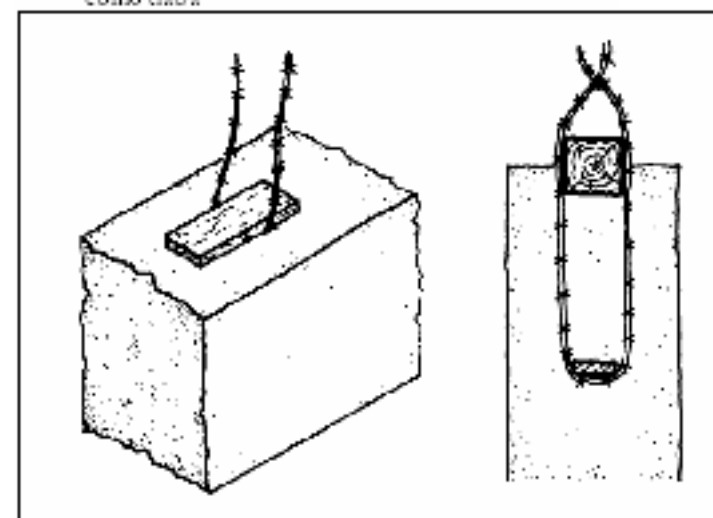
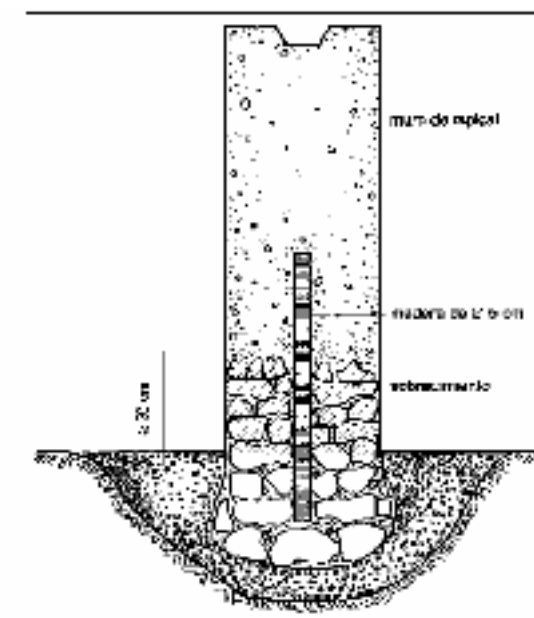
Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

- Encadenados de muros

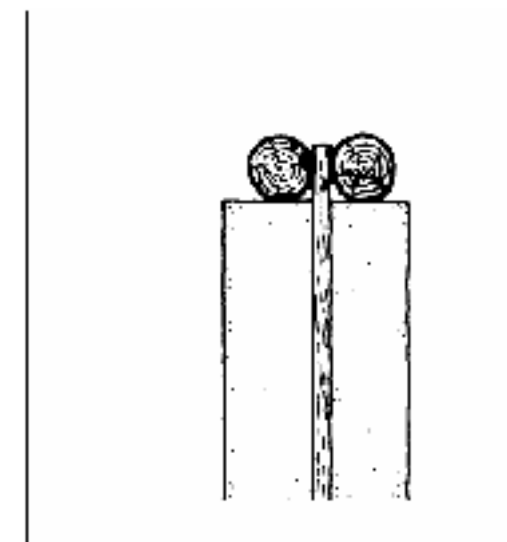
Los muros deben estar coronados con encadenados (viga cadena, collarín), que transmitan las fuerzas de flexión que ocurren por los impactos perpendiculares al muro, estos pueden actuar también como soporte un buen arrostramiento entre el encadenado y el muro de tierra, en muros de tapial, durante el apisonado se pueden colocar dentro de las misma pieza de madera sostenidas por alambres de púas que posteriormente se fijarán con el encadenado, ver fig. 10-4, una mejor solución es mediante elementos de madera o de bambú colocados dentro del muro, anclados en el sobrecimiento y fijados al encadenado, como se puede ver en las figs. 10-5, 6-14 y 6-21.



10-2 Disposición del elemento de madera que actúa como traba

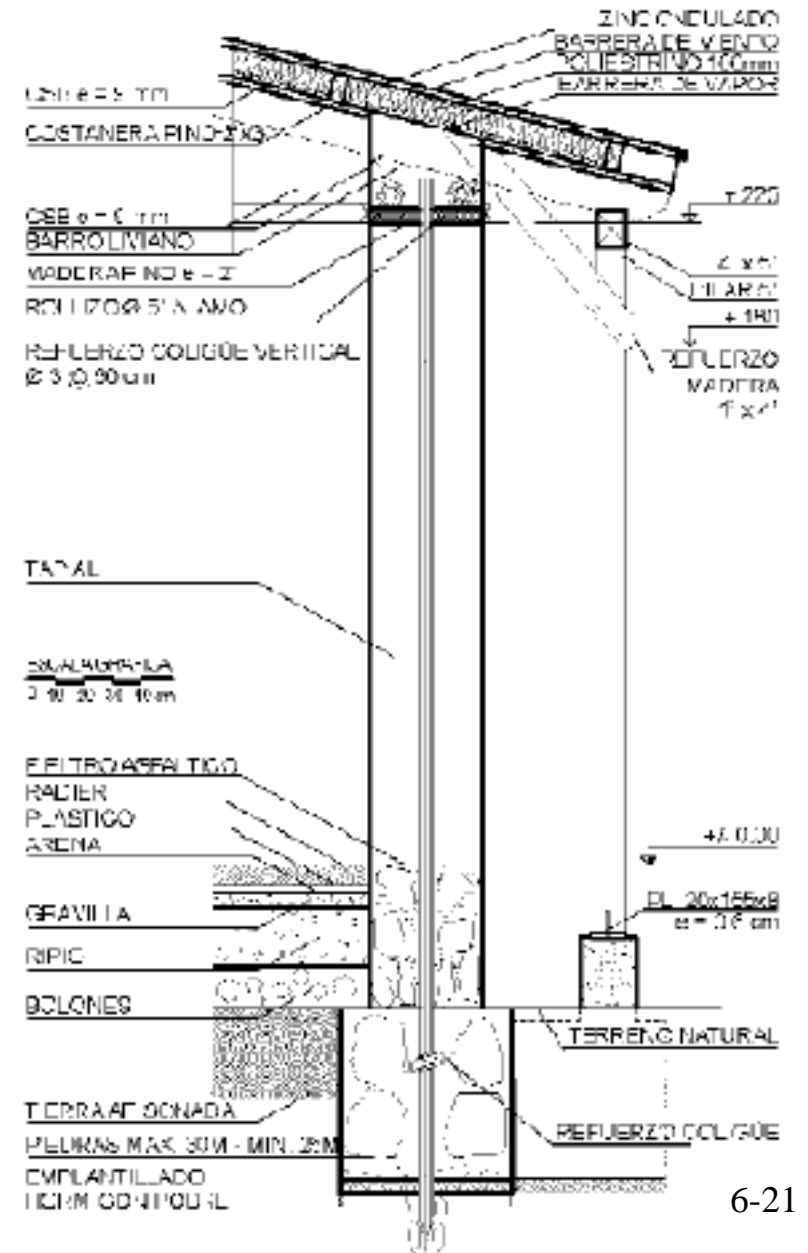
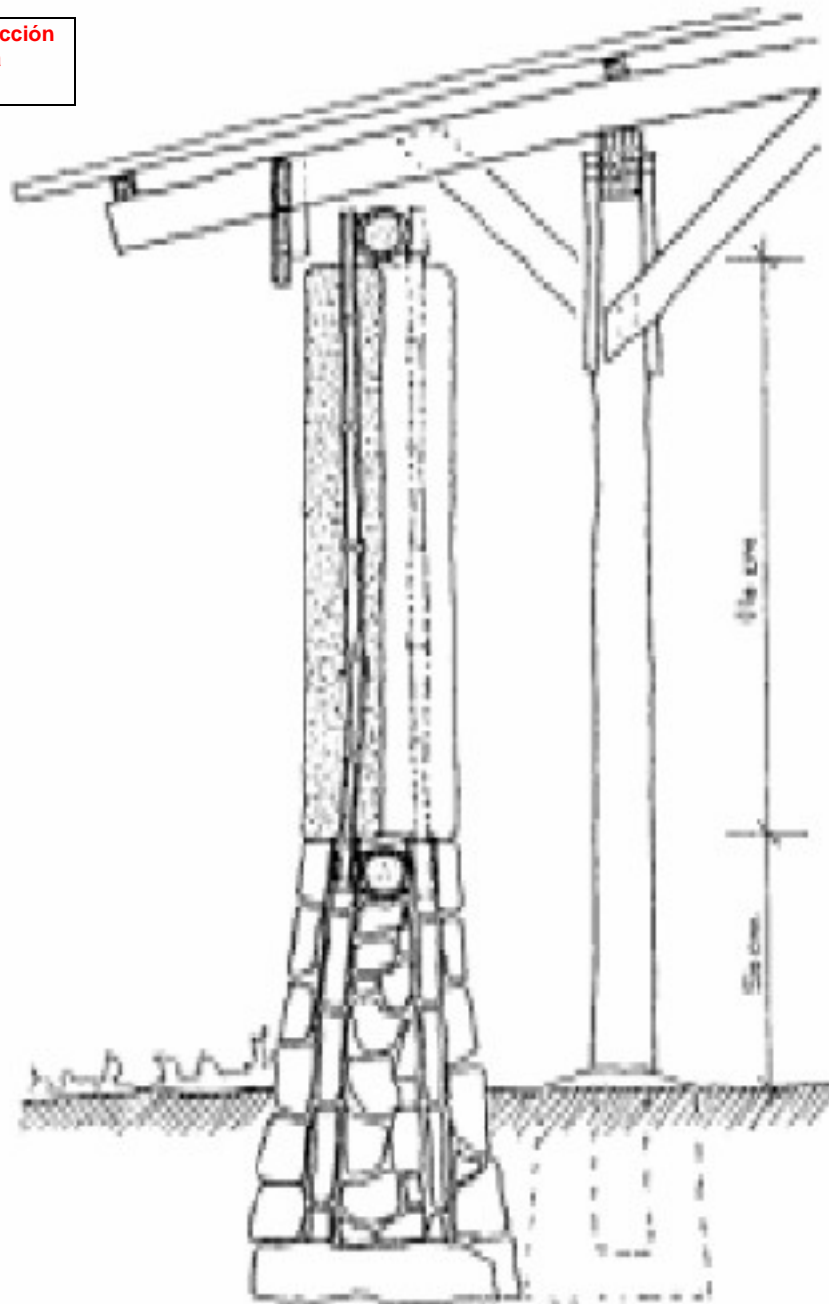


10-4 Anclaje del encadenado con el muro de tapial



10-5 Anclaje del encadenado con los elementos de refuerzo del muro

Gráficas obtenidas del Manual de construcción
para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.



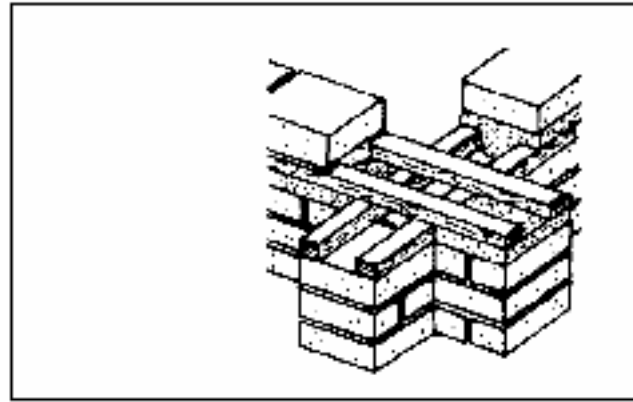
6-14

6-21

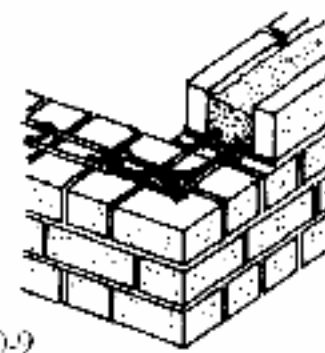
En muros de adobes, no es sencillo obtener un arriostamiento suficiente entre el encadenado y la mampostería de adobe, cuando

se ejecuta un encadenado de hormigón armado, en la última hilada de adobes las juntas verticales deben dejarse libres para ser rellenadas con la mezcla de hormigón obteniendo así una buena traba; cuando se emplean elementos de madera, estos deben ser cubiertos por mortero de cemento con capas de un espesor mínimo de 2 cm, ver fig. 10-6, debido a que bajo la influencia sísmica se crean momentos en las esquinas de los encadenados estas deben ser rígidas, las figs. 10-6 a 10-8, muestran diferentes soluciones para reforzar las esquinas de los encadenados de madera sobre muros de adobe, las figs. 10-9 a 10-11 muestran diferentes soluciones para reforzar las esquinas de los encadenados de hormigón armado sobre muros de adobe y la fig. 10-12 muestra una solución para encadenados de madera sobre muros de tapial.

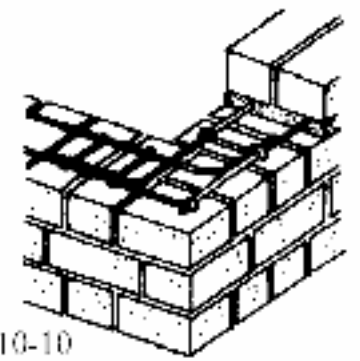
10-6



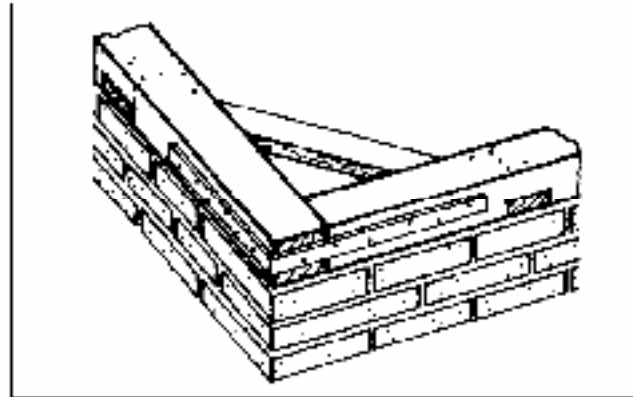
10-9



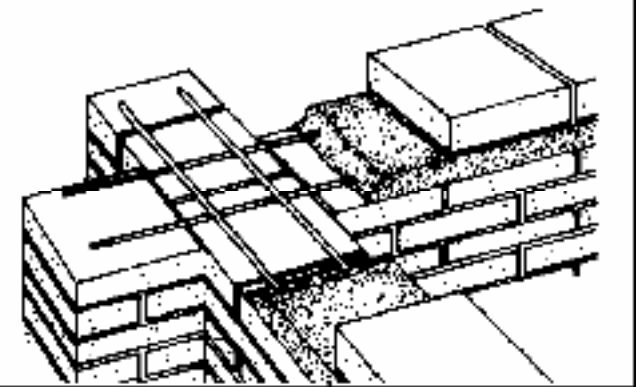
10-10



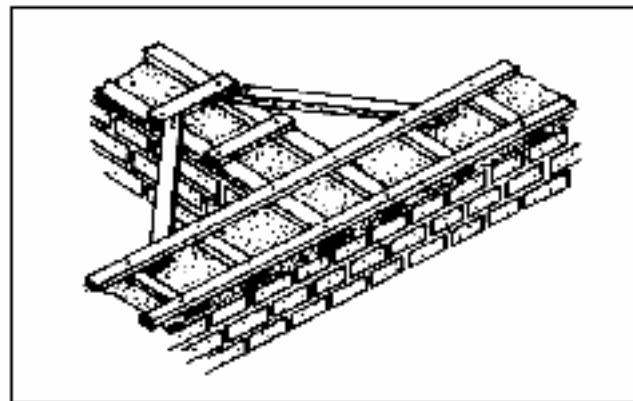
10-7



10-11

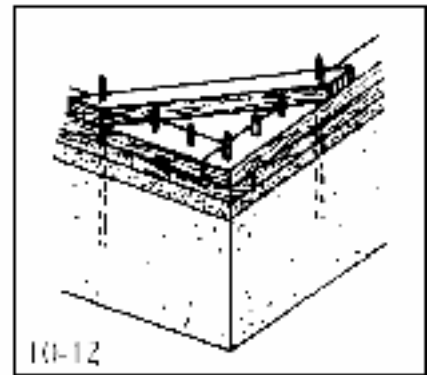


10-8



10-6 a 10-12
Soluciones para
reforzar las esquinas
de los encadenados

10-12





- Viga Collar:⁶¹

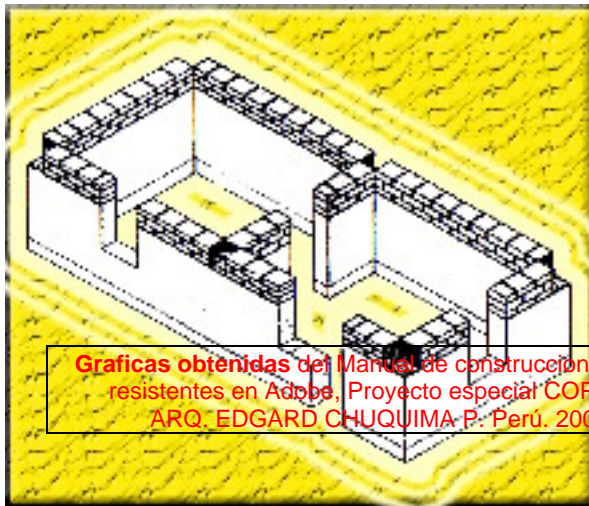
Es el elemento que permite amarrar todas las paredes, esto sumado con el reforzamiento hecho con la electro malla, la casa se comportará como una caja sólida.

- Al alcanzar una altura de 1.70m en los muros de la vivienda, asentamos 3 hiladas más de adobe dejando todos los encuentros libres, estos vacíos servirán para anclar el diente de concreto de la viga collar.
- La viga collar estará constituida por hierro de 3/ 8" + estribos de 1/ 4 @0.25 m
- Los estribos tendrán una longitud de 48cm. Extendidos completamente y al doblarlos quedarán de 30 cm.
- Para la armadura debemos tener en cuenta los traslapes y empalmes, que son de 0.30 m, que deben sobrepasar para que los hierros funcionen como si fuese una sola pieza.
- La armadura se colocará sobre dados de concreto de 5 cm de alto para que sea recubierta de concreto y se ubique en medio de la viga collar.
- El diente que ancla la viga solera al muro también llevará armadura a razón de 4 hierros de 3/ 8" y un estribo de 1/ 4".

⁶¹ ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. Editorial Industria Gráfica Regentus san Camilo, Perú. 2005. P 45-46

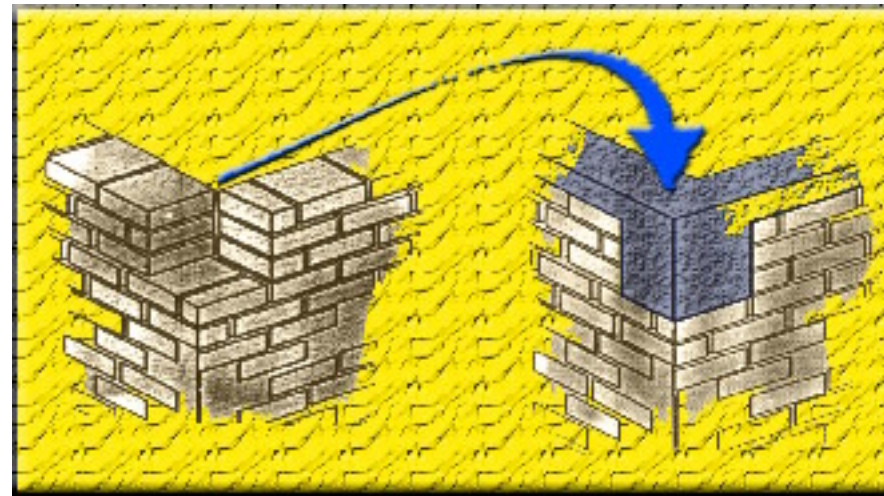


3 hiladas dejando encuentros libres.

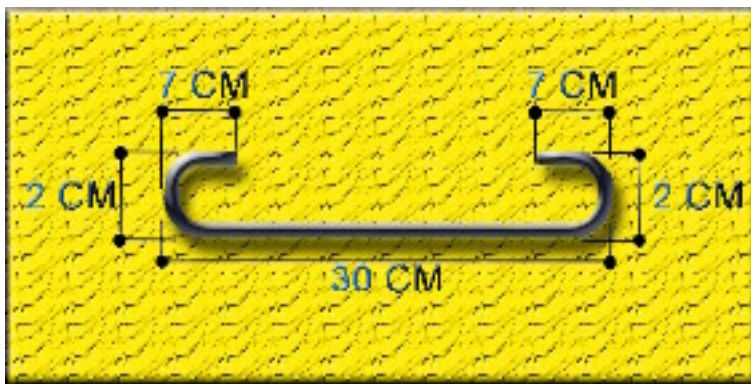


Graficas obtenidas del Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Perú. 2005

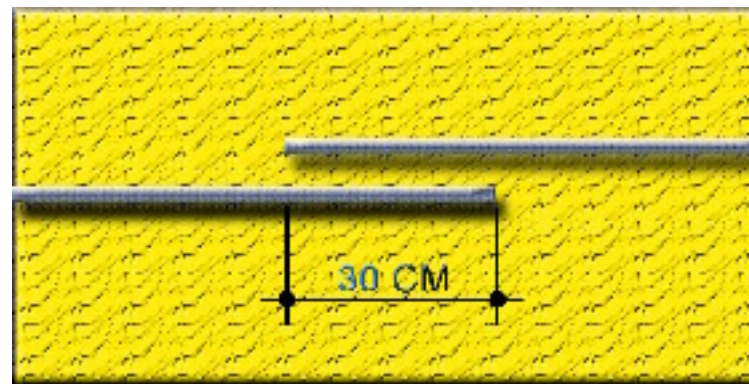
Los vacíos servirán para anclar el diente de concreto



Estribo.



Longitud de traslape y empalme de hierros.

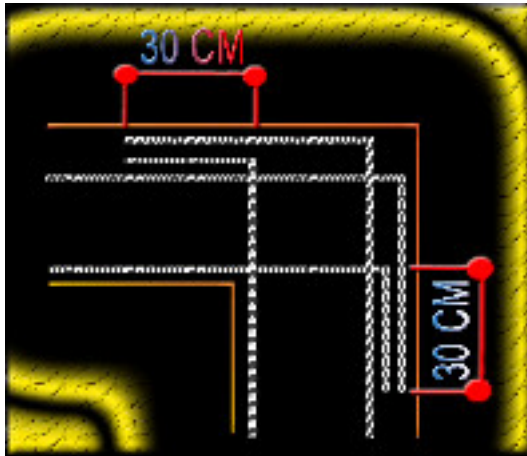


Armadura de Viga Collar

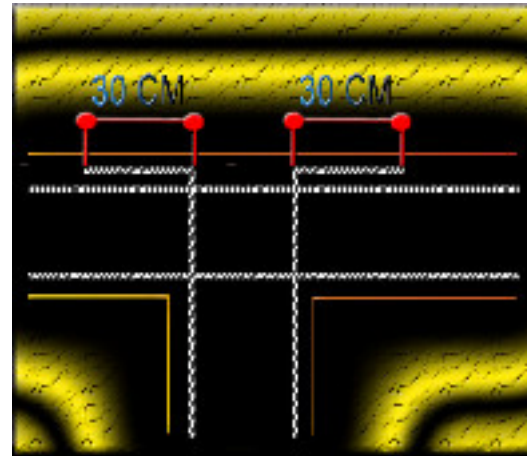


Gráficas obtenidas del Manual de construcciones sismo resistentes en Adobe, Proyecto especial COPASA. ARQ. EDGARD CHUQUIMA P. Perú. 2005

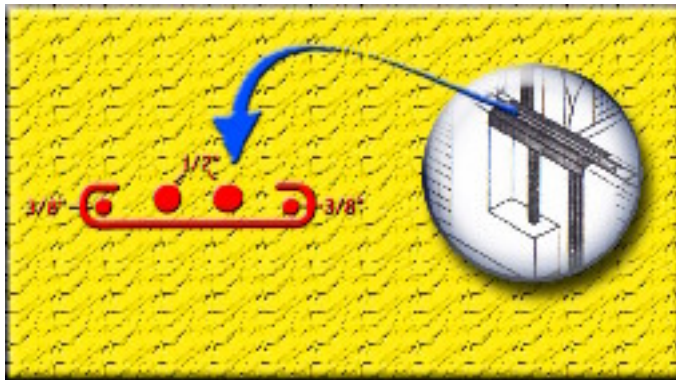
E mpalmes en encuentros en " L "



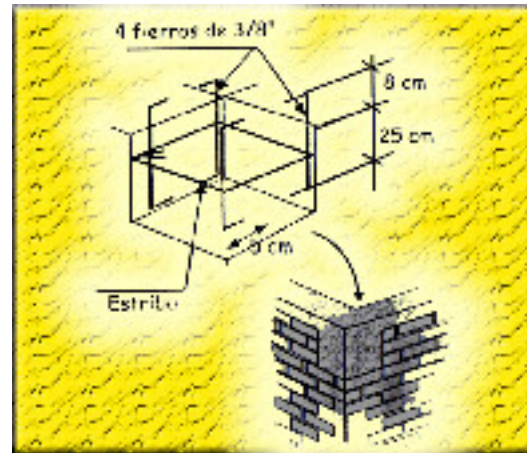
E mpalmes en encuentros en " T "



Refuerzo de hierro en dintel de puerta – ventana.



Diente que ancla la viga collar con el muro.

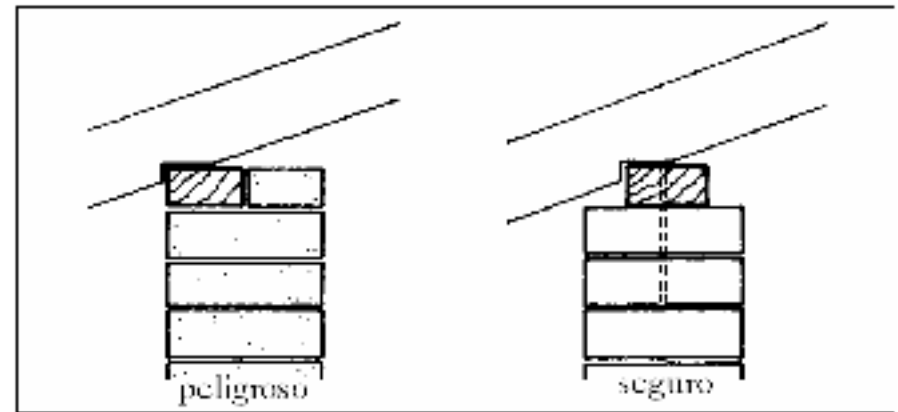


- Encadenados que actúan como vigas soleras

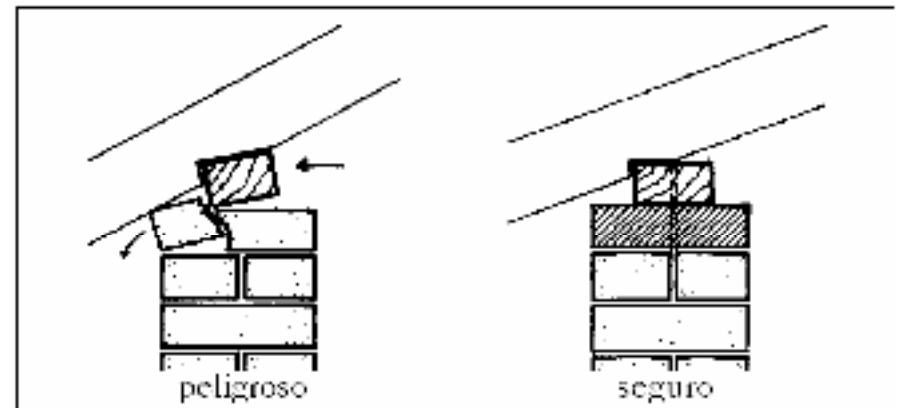
Si los encadenados actúan también como vigas soleras de la cubierta, estos deben descansar sobre el eje del muro, ver fig. 10-13, si la solera es angosta, es necesario ejecutar la última hilada del muro con ladrillo cocido para distribuir uniformemente la carga de la misma en la sección del muro, si la solera descansa directamente sobre los adobes se corre el riesgo que durante el movimiento sísmico, la última hilada tienda a quebrarse debido a su poca resistencia a la flexión, ver fig. 10-14.

Es necesario que los tijerales de la cubierta, repartan su carga uniformemente sobre el encadenado, por ello, se deben ejecutar entre estos elementos, cuñas de madera o de hormigón (fig. 10-15). La fig. 10-15 muestra una solución con dos troncos de madera como encadenado, que descansan sobre una mezcla de mortero de cemento, a la derecha se puede ver una solución para un encadenado de hormigón, el arriostramiento entre el encadenado y el tijeral, debe ser rígido.

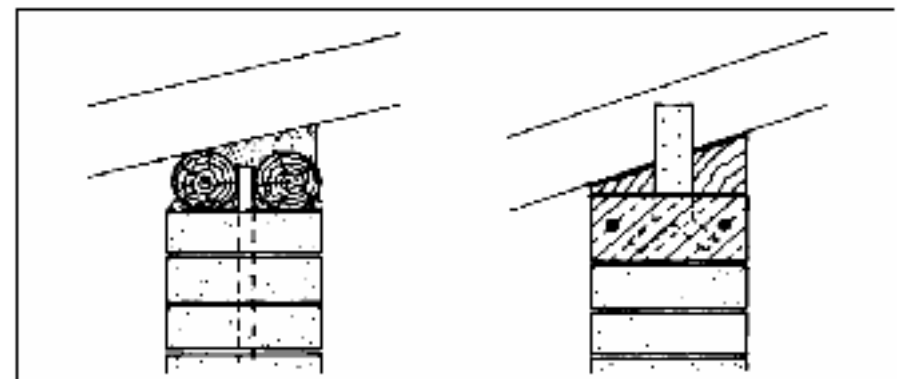
Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.



10-13 Emplazamiento del encadenado sobre el muro



10-14 Distribución de las cargas a través de una hilada de ladrillos cocidos sobre un muro de adobe



10-15 Soluciones para uniones entre encadenados y tijerales

- Tímpanos

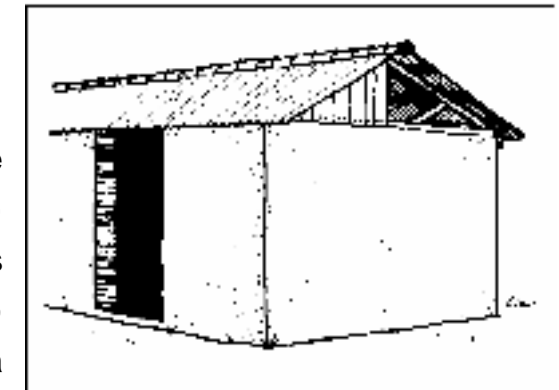
Si se construyen los tímpanos como prolongaciones de los muros, estos tienden a colapsar durante un sismo a causa de los impactos horizontales perpendiculares a su eje, la solución óptima es construir una cubierta a cuatro aguas evitando los tímpanos; si estos fuesen necesarios, se recomienda construirlos como tabiques aislados del sistema de muros, fijados a la estructura de la cubierta como se puede ver en la fig. 11-1, cuando un tímpano debe ser construido con adobes o tapial, debe ser estabilizado con constrafruentes, ver fig. 11-2, o mediante una estructura de hormigón armado, esta solución resulta muy costosa y por lo tanto no es recomendable, ver fig. 11-3.

- Cubiertas

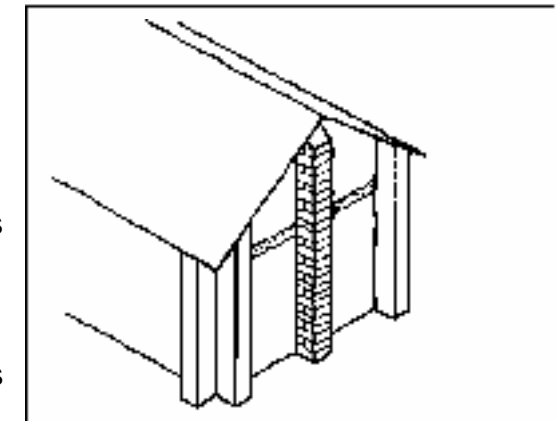
Generalidades

La cubierta debe ejecutarse tan liviana como sea posible, las cubiertas con teja o ripias de piedra no son recomendables debido a su peso y al riesgo que estas caigan dentro de la vivienda.

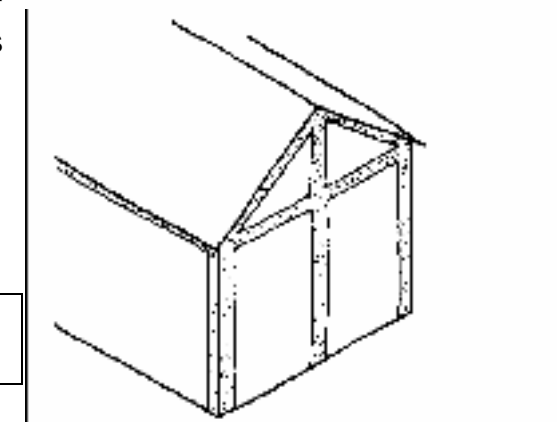
Para el diseño de viviendas antisísmicas se recomiendan cubiertas a cuatro aguas, en el proyecto de las figs. 12-8 a 12-9 se muestra una solución de cubierta a cuatro aguas simple y económica, que descansa sobre una planta cuadrada; las cubiertas a dos aguas son construcciones sencillas, pero requieren tímpanos que no son recomendables debido a que pueden colapsar si no están bien diseñados (Ver capítulo: Tímpanos), para espacios de menos luz, las cubiertas a una agua son más económicas pero en este caso las vigas sobre las que descansan los tijerales requieren estar unidas formando un encadenado inclinado.



11-1 Tímpano fijado en la estructura de la cubierta



11-2 Tímpanos estabilizados con constrafruentes



11-3 Tímpano estabilizado con estructura de hormigón armado

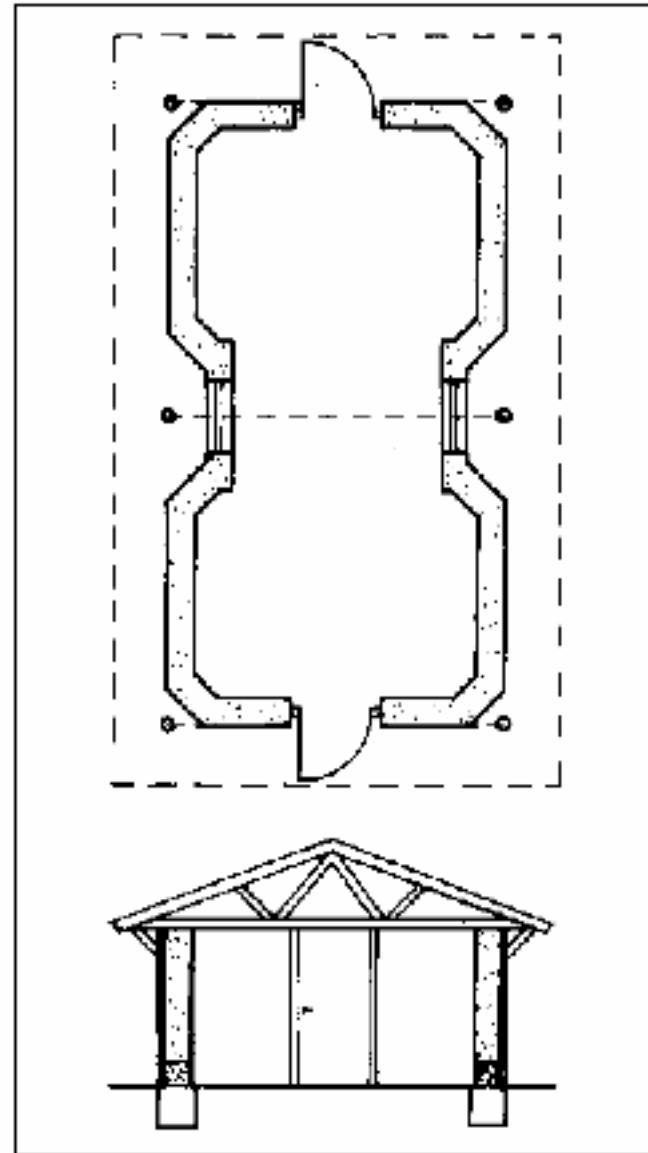
Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

- Cubiertas aisladas de la estructura de los muros

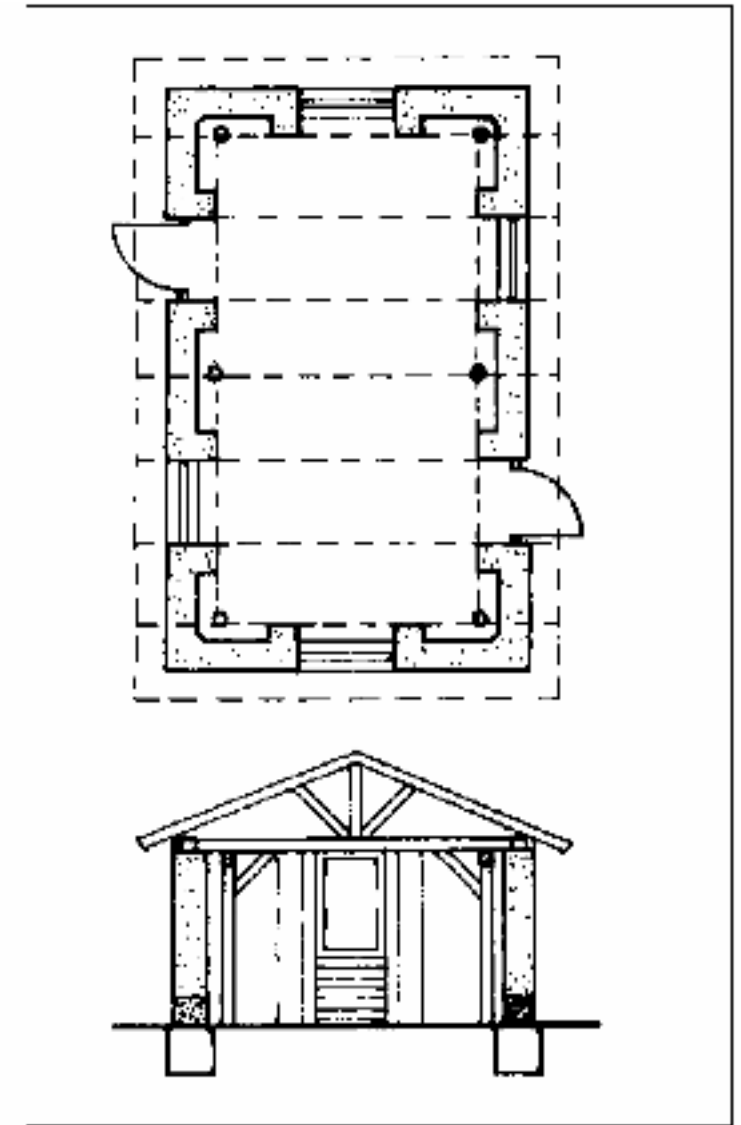
Debido a que en el sismo la cubierta tiene una frecuencia de movimiento diferente a la de los muros, es recomendable que esta descansa sobre columnas exentas de la estructura del muro. Las columnas deben estar separadas del muro para poder tener un movimiento independiente, las figs. 12-1 a 12-4 muestran propuestas del Arquitecto Gernot Minke para viviendas diseñadas con este sistema estructural; es necesario que las columnas estén empotradas en los cimientos y ancladas a la cubierta mediante riostras, estas uniones deben ser semirrigidas de tal manera que posean una ductilidad suficiente, las figs 12-5 y 12-6 muestran secciones verticales de viviendas que fueron descritas en la sección: Refuerzos internos.

**Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.**

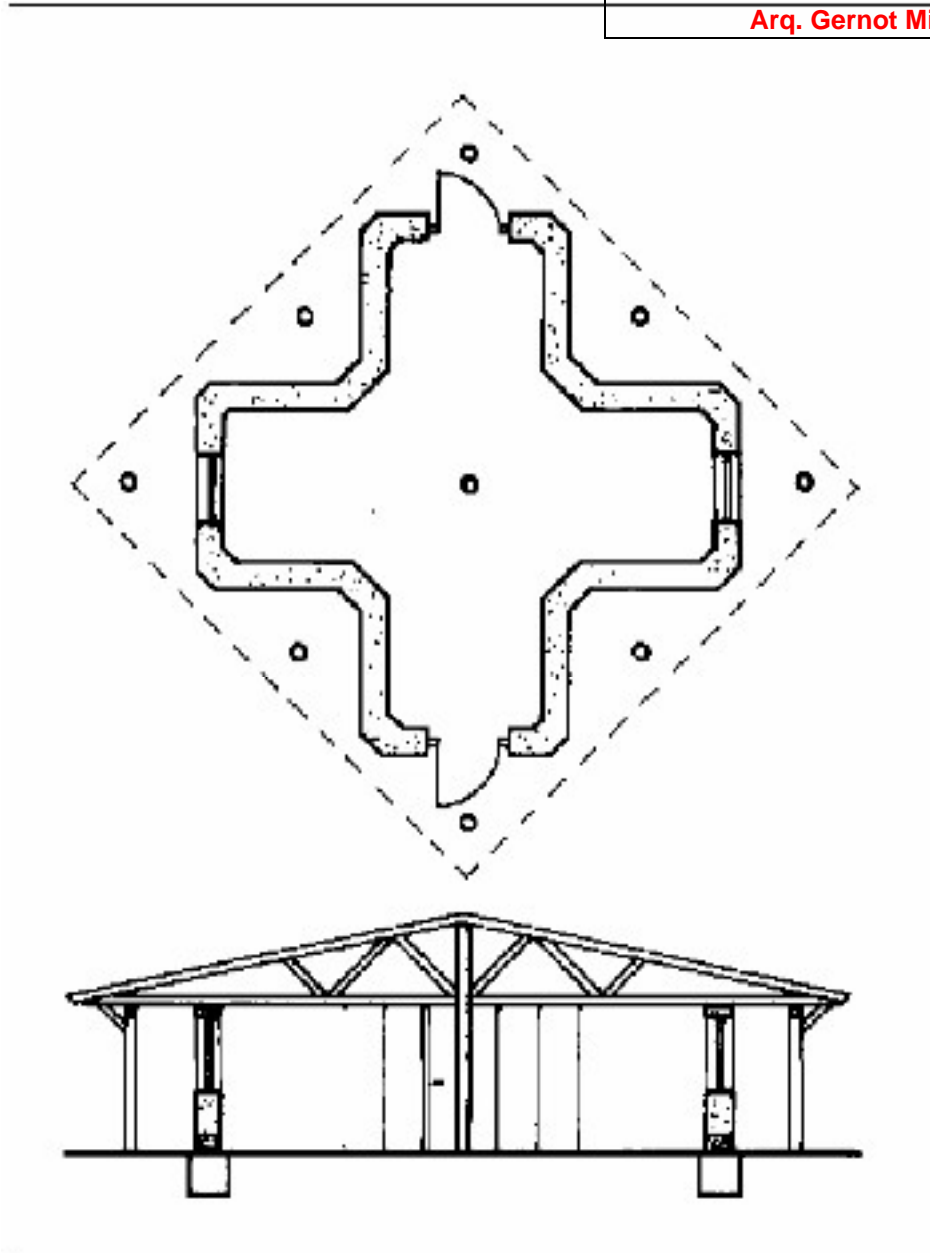
12-1



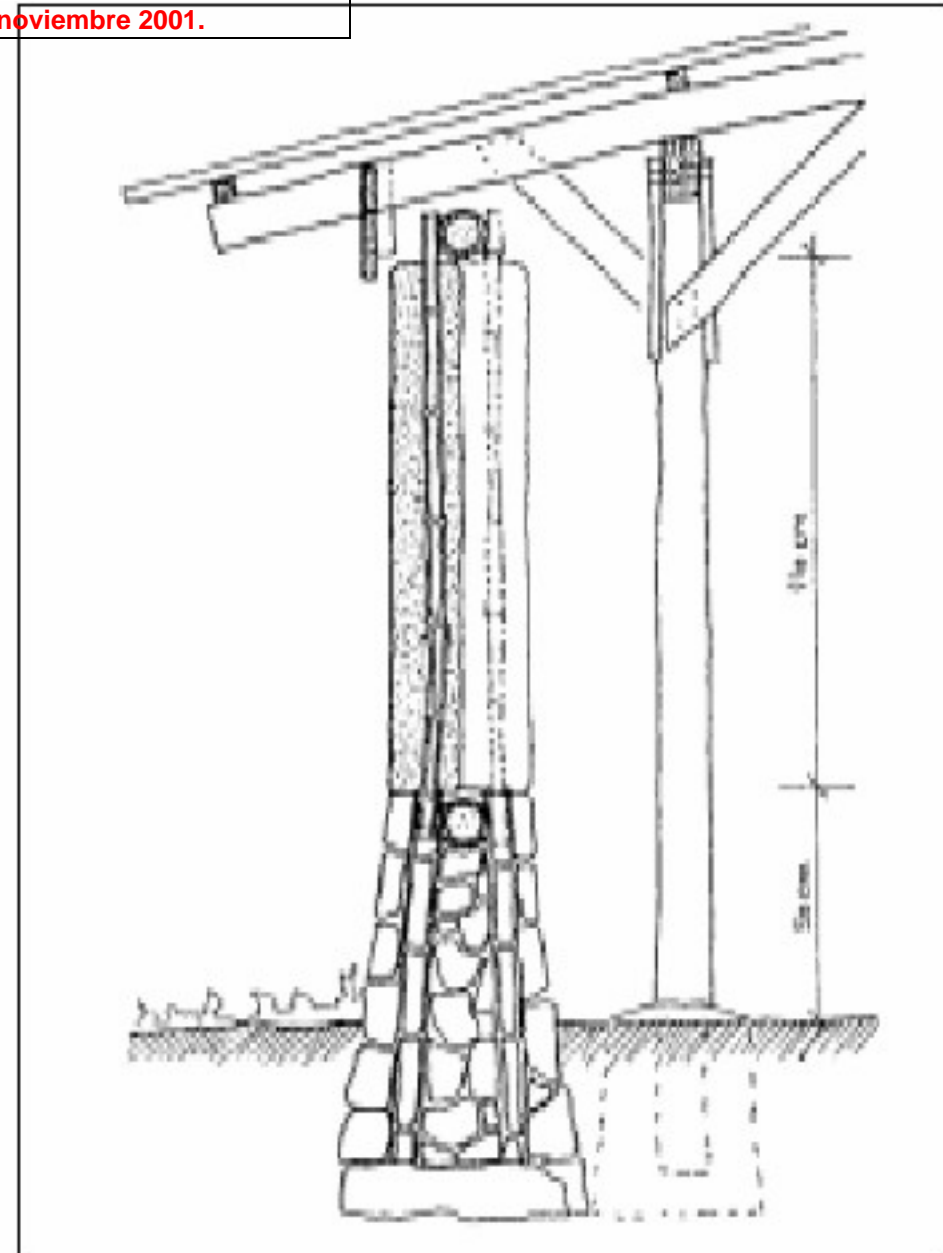
12-2



Graficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

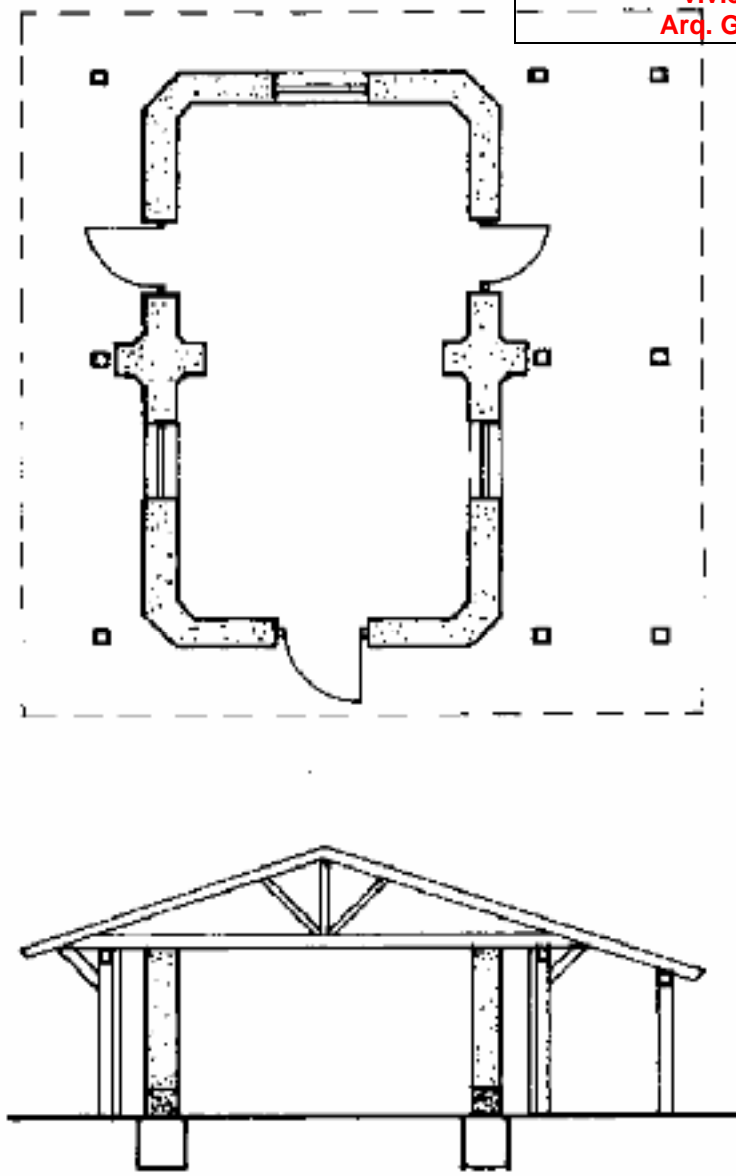


12-4

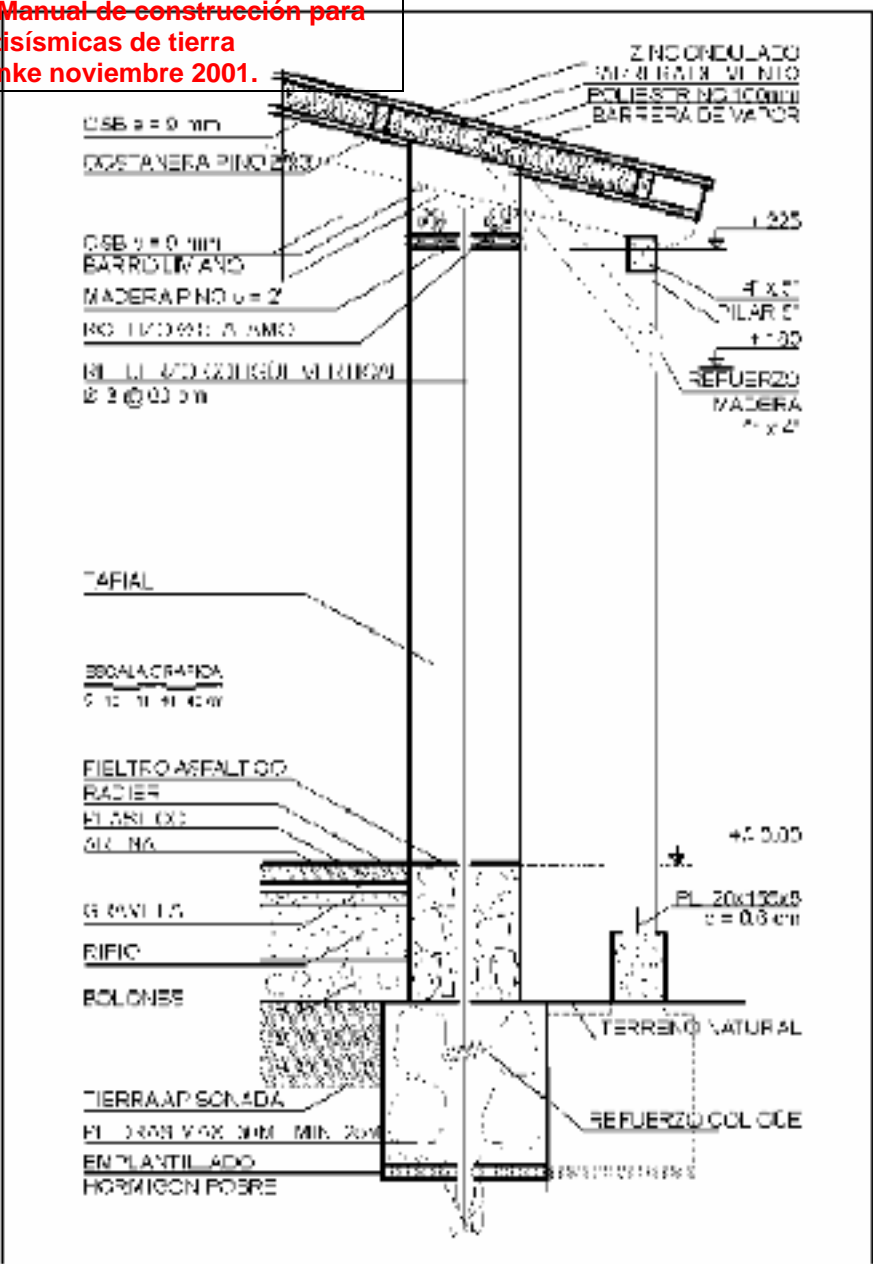


12-5 Sección de una vivienda antisísmica de tapial reforzado, Guatemala, 1978 (Minke 2001)

Graficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra
 Arq. Gernot Minke noviembre 2001.



12-3
 12-1 a 12-4 Propuestas para viviendas con cubiertas aisladas



12-6 Sección de una vivienda antisísmica de tapial reforzado en Ahué, Chile 2001

En las figs. 12-7 a 12-9 muestran la construcción de una vivienda de bajo costo que fue construida en 1989 en Pujili, Ecuador (diseño : Arq. Gernot Minke y FUNHABIT, Quito), en esta vivienda el sistema de muros está compuesto por dos elementos en forma de U separados por una puerta y una ventana; los elementos tienen un separador de 40 cm, son de tapial con una mezcla de tierra arcillosa y piedra pómez para mejorar el aislamiento térmico. La cubierta de cuatro aguas descansa sobre una viga, apoyada sobre cuatro columnas exentas que arriostran la cubierta. La unión entre vigas y las columnas es sólo semirrigida permitiendo la ductilidad necesaria durante el sismo, la cubierta fue construida con troncos de eucalipto cubiertos con caña brava, el recubrimiento consiste en una mezcla de tierra arcillosa, pómez, estiércol, fibra de sisal, y aceite usado de motor, que después del secado fue pintado con una pintura blanca.



Gráficas obtenidas del Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

12-7 a 12-9 Vivienda antisísmica de bajo costo, Pujili, Ecuador 1989

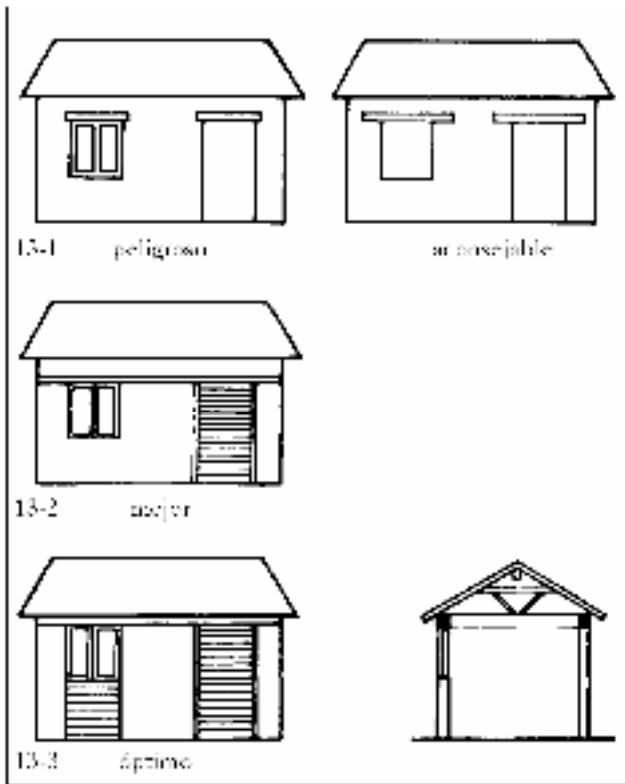
• Vanos para puertas y ventanas

Los vanos para puertas y ventanas debilitan la estabilidad de los muros, durante el sismo se crean grietas diagonales desde las esquinas y sobre los dinteles grietas horizontales, ver figs. 4-1 a 4-3, del capítulo de Daños típicos provocados por movimientos sísmicos y errores de diseño.

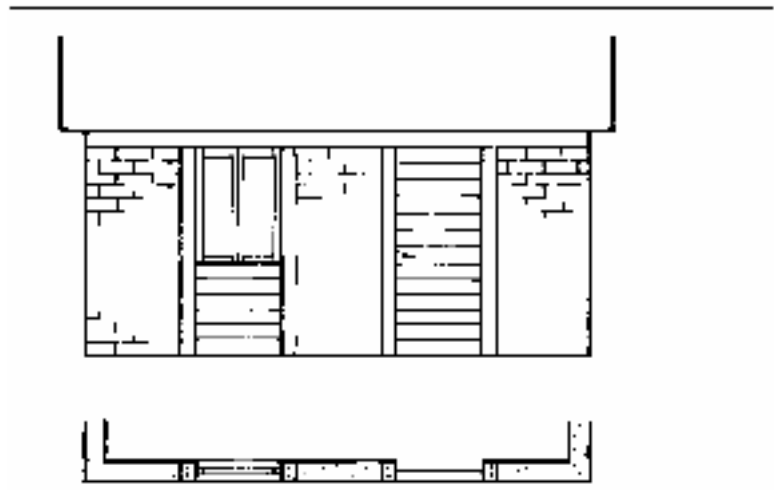
Los dinteles requieren estar empotrados por lo menos 40 cm en la mampostería de adobes, para obtener una buena traba, ver fig. 13-1, una mejor solución es ejecutar los dinteles de vanos contiguos a un mismo nivel, uniendo ambos en un solo elemento, ver fig. 13-2 Pero en este caso la parte superior del dintel es débil, esta solución puede ser mejorada si el dintel a su vez actúa como encadenado y si el antepecho debajo de la ventana no se ejecuta con mampostería sino con un elemento flexible de planchas de madera o bahareque, de esta manera la ventana tiene la misma función que la puerta la separar los elementos del muro, ver fig. 13-3.

La solución óptima para muros de adobe consiste en reforzar los bordes de los vanos mediante columnas verticales ancladas en la mampostería de adobes, ver fig. 13-4, las siguientes reglas deben tenerse en cuenta para la ejecución de vanos, ver figs. 13-5 y 13-6:

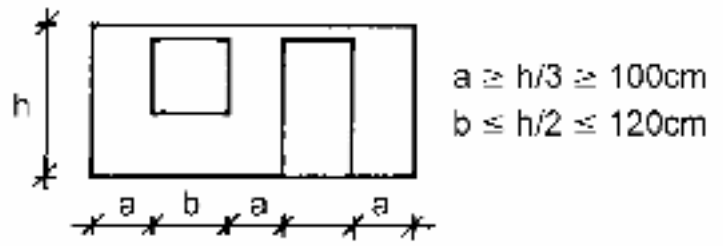
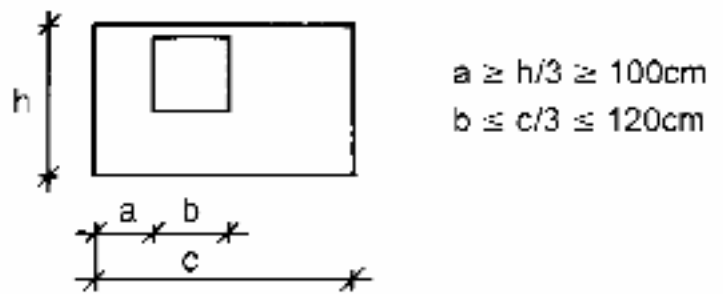
- Los vanos para ventanas no deben tener una longitud mayor a 1.20 m, ni mas de 1/3 de la longitud de la fachada.
- La longitud del muro entre los vanos y entre estos y el borde de los muros debe ser de



13-1 a 13-3 Soluciones para dinteles



13-4 Solución óptima para vanos



13-5 Dimensionamientos de vanos

mínimo 1/3 de la altura del muro, pero no menor a 1 m.

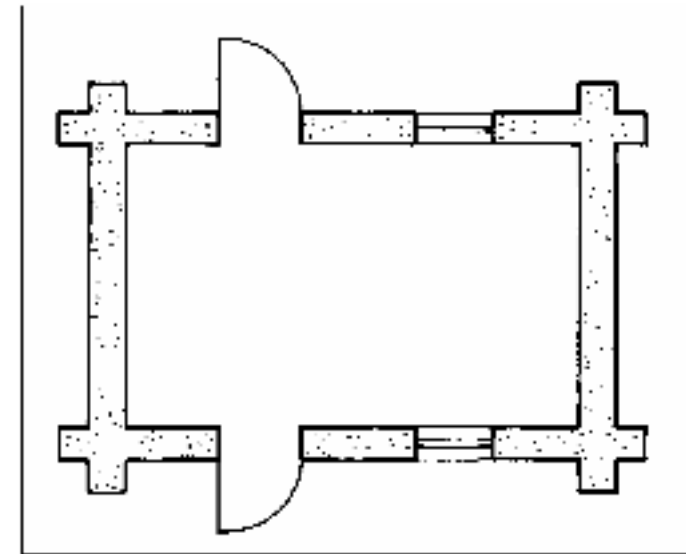
- Las puertas deben abrirse hacia fuera. A l lado opuesto de la puerta se recomienda ejecutar otra o una ventana que pueda utilizarse como salida de emergencia. ver fig. 13-6.

- Revoques y pinturas

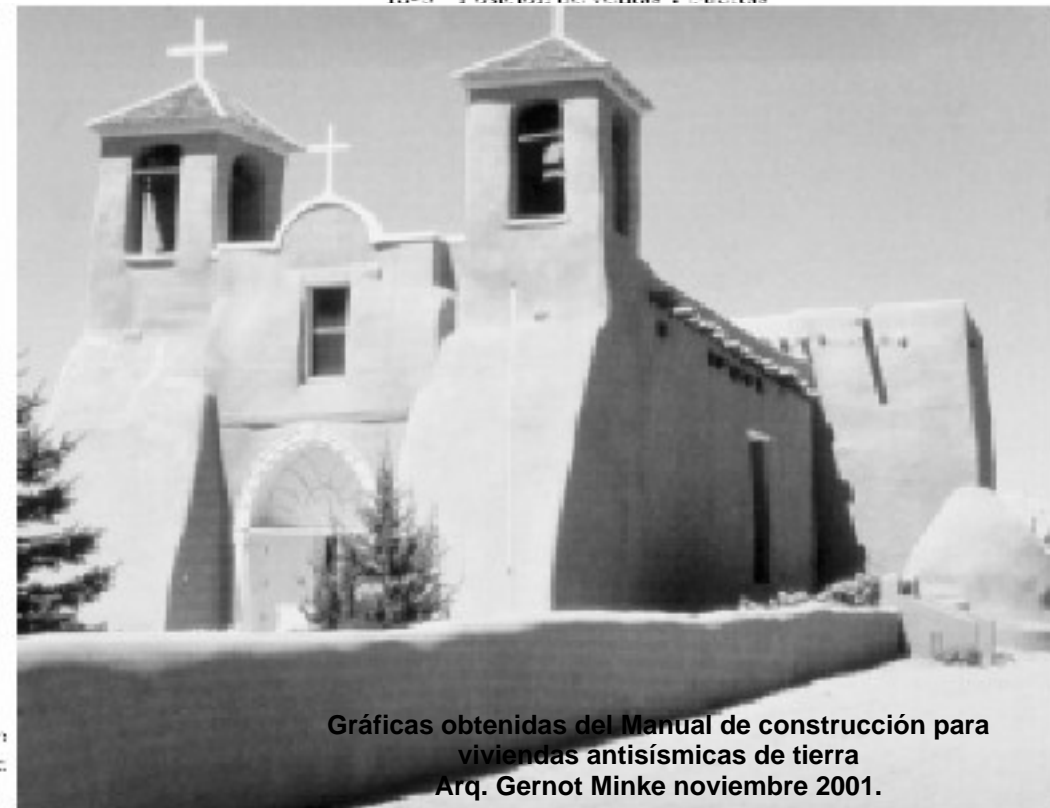
Los muros de adobe requieren un revoque que puede ser de barro, cal o barro estabilizado con cal, cemento o asfalto (bitumen), no debe aplicarse nunca un revoque de cemento, debido a que este es frágil y quebradizo, así como muy poco flexible y por ello tiende a crear fisuras por las cargas térmicas que expanden y contraen el material y por impactos mecánicos.

Si el agua penetra en estas fisuras el barro se expande y el revoque tiende a desprenderse, en la vivienda más antigua de tierra apisonada construida en Alemania en 1975, se encontró durante trabajos de reparación en 1992 una erosión masiva por congelamiento que destruyó el barro hasta una profundidad de 20 cm, debido a que el agua penetró a través del revoque de cemento que fue aplicado algunas décadas antes, la Iglesia de Ranchos de Taos, Nuevo Mexico, ver fig. 16-1, construida con adobes en 1815, se revocó con cemento durante una restauración llevada a cabo en 1976.

Once años después el revoque de cemento debió ser dismantelado debido a que el barro mostraba daños severos provocados por las filtraciones del agua de lluvia a través de las fisuras. Se le aplica un revoque de barro es aconsejable estabilizar la superficie con una lechada de cal o cal-caseína. Esta pintura debe aplicarse tres capas, la primera muy aguada debido a que la solución debe penetrar en el muro 2 o 3 mm.



13-6 Posición de ventanas y puertas

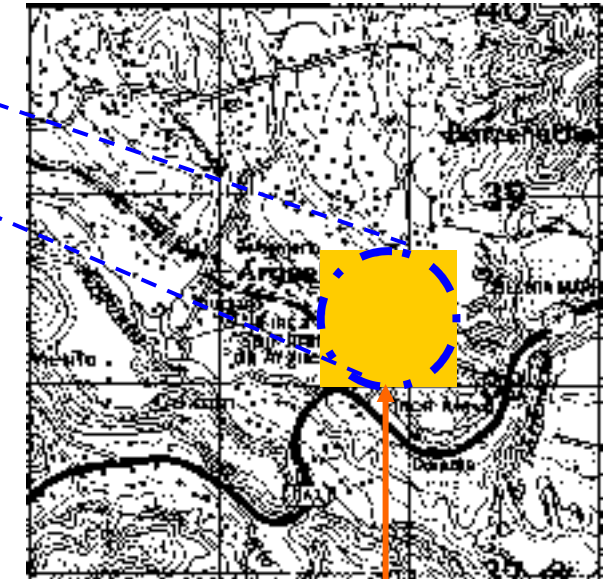
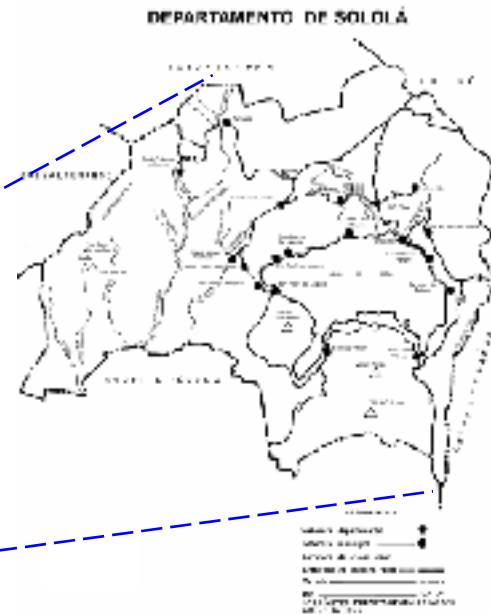
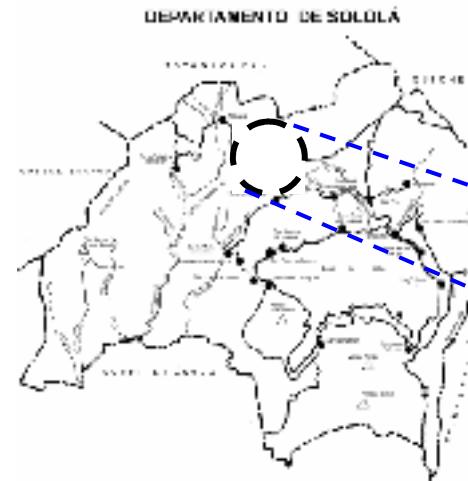


16-1
Iglesia San Francisco
de Asís, Rancho de
Taos, EEUU

Gráficas obtenidas del Manual de construcción para
viviendas antisísmicas de tierra
Arq. Gernot Minke noviembre 2001.

4. Marco Geográfico Territorial

Ubicación geográfica



Área del Terreno a Planificar
Y diseñar



REPUBLICA DE GUATEMALA

Nombre oficial, República de Guatemala, república de América Central, limita al oeste y norte con México, al este con Belice y el golfo de Honduras, al sureste con Honduras y El Salvador, y al sur con el océano Pacífico. El país tiene una superficie total de 108.889 km².

La capital es la ciudad de Guatemala⁶². Está situada entre los paralelos 13°44' a 18°30' al norte y meridiano 87°24' a 92°14' al oeste del meridiano de Greenwich. Su población es de 13,920,915, (trece millones novecientos veinte mil novecientos quince.) habitantes,⁶³ su capital: Guatemala de La Asunción; su sistema político: República unitaria presidencialista; su idioma: español (oficial) y moneda: El quetzal.⁶⁴

CONTEXTO REGIONAL Y DEPARTAMENTAL⁶⁵:

Guatemala (república) (nombre oficial, República de Guatemala), república de América Central, limita al oeste y norte con México, al este con Belice y el golfo de Honduras, al sureste con Honduras y El Salvador, y al sur con el océano Pacífico. El país tiene una superficie total de 108.889 km². La capital es la ciudad de Guatemala.⁶⁶

Clima de Guatemala

En todo el país domina el mismo tipo de clima, el cálido tropical, aunque las temperaturas varían con la altitud. Entre los 915 m y 2.440 m, zona en la que se concentra la mayor parte de la población, los días son cálidos y las noches frías; la temperatura tiene un promedio anual de 20 °C. El clima de las regiones costeras es de características más tropicales; la costa atlántica es más húmeda que la del Pacífico, con una temperatura cuya media o promedio anual es de 28,3 °C. La estación de

⁶² Biblioteca de Consulta Microsoft © Encarta © 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

⁶³ República de Guatemala Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación Instituto Nacional de Estadística 24 de noviembre de 2002

⁶⁴ Geografía Visualizada de Guatemala, Editorial: Julio Piedra Santa A. Pág. 2.

⁶⁵ Fuentes Principales: Mapas de Pobreza de Guatemala, SEGEPLAN, 2001; Informe Nacional de Desarrollo Humano 2003, PNUD; Diagnóstico del Municipio de San José Chacayá, FUNCEDE-OIM-FONAPAZ, 1997. Ver También Mapas No. 1 y 2: Ubicación Geográfica de la Región VI y Departamento de Sololá, Págs. 11 y 15.

⁶⁶ Biblioteca de Consulta Microsoft © Encarta © 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.



Las lluvias se presentan entre mayo y noviembre. Las precipitaciones anuales de la zona norte oscilan entre los 1.525 mm y los 2.540 mm; la ciudad de Guatemala, en las montañas del sur, recibe cerca de 1.320 mm de promedio anual.⁶⁷

REGIONES DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA:

Políticamente el país está dividido en veintidós departamentos y a su vez en ocho regiones, según decreto 786 del congreso de la República. Los departamentos y regiones en que se dividen son:

Región I Metropolitana,
Región IV Sur oriente
Región VII nor occidente

Región II Norte
Región V Central
Región VIII Peten

Región III Nororiental
Región VI Sur occidente

La región VI, está integrada por los departamentos de:

- Quetzaltenango
- San Marcos
- Retalhuleu y
- Totonicapán

⁶⁷ Biblioteca de Consulta Microsoft © Encarta © 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.





REGION VI :

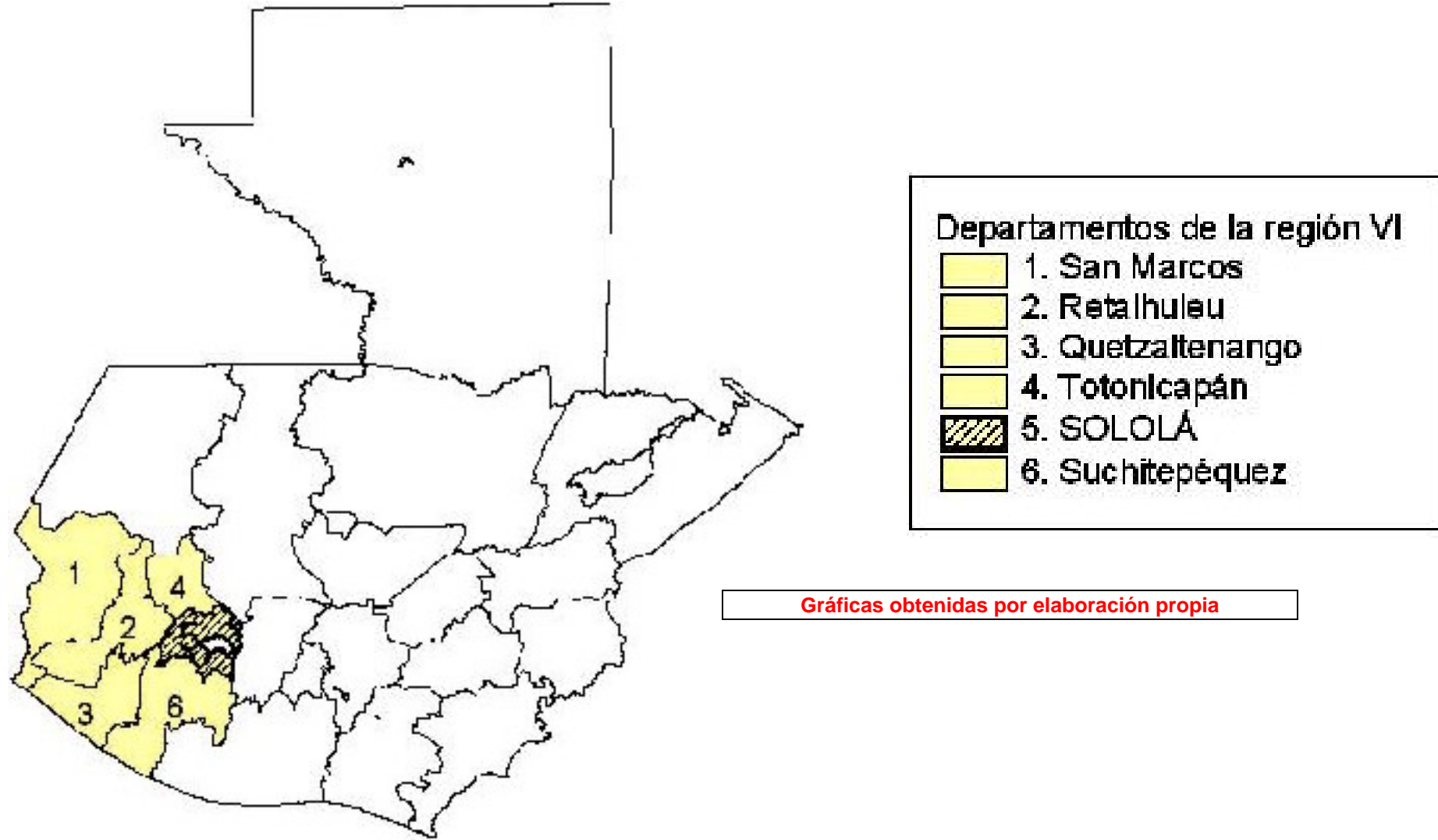
El departamento de Sololá pertenece a la región VI, Sur Occidente, junto con los departamentos de Totonicapán, Quetzaltenango, San Marcos, Suchitepéquez y Retalhuleu. Los seis departamentos que integran la región, agrupan 109 municipios. La región tiene una extensión de 12,230 kilómetros cuadrados, equivalentes al 11% del territorio nacional. De acuerdo al Censo de 2002 cuenta con una población de 2,711,938 habitantes, lo que representa al 24.13% de la población total del país. La densidad de población es de 222 habitantes por kilómetro cuadrado. El 61.52% de la población siempre de acuerdo al Censo de 2002, vive en el área rural y el 38.48% en las áreas urbanas. La población indígena representa el 54.57% del total, y pertenece mayoritariamente a los grupos étnicos k'iché, kaqchikel, Mam, tzutujil y sipakapense.

La región Sur Occidente, en donde se concentran las mayores proporciones de población indígena, registra también los índices más desfavorables de desarrollo. Según el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD- el Índice de Desarrollo Humano, calculado en base al ingreso per cápita, esperanza de vida y educación, en el año 2001, tres de los seis departamentos con más bajo IDH, se encuentran en esta región VI: Totonicapán, Sololá y San Marcos. Ese año, el Índice de la región era de 0.562, contra 0.744 para el departamento de Guatemala (el de más alto IDH del país) y un promedio nacional de 0.610. Por su parte, según el documento "Mapas de pobreza de Guatemala", elaborado en el 2001 por la Secretaría de Programación y Planificación de la Presidencia de la República -SEGEPLAN-, el porcentaje de pobreza en la Región VI es del 72.06% y el de pobreza extrema es del 37.59%. Estos porcentajes están muy por encima del promedio nacional, que es del 54.33% de pobreza y 22.77% de pobreza extrema. Es de notar que la Región VI es la que tiene el porcentaje de población en situación de extrema pobreza más alto de todas las regiones del país.



Mapa No. 1:

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA REGIÓN VI (SUR-OCCIDENTE)
Y SUS DEPARTAMENTOS





DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ:

El departamento de Sololá se encuentra en el Occidente del país, y en el Oriente de la Región VI. Colinda al norte con los departamentos de Totonicapán y El Quiché, (Región VII), al sur con Suchitepéquez y al Oeste con Suchitepéquez y Quetzaltenango (ver mapa No. 2, Pág. 14).


Datos Históricos:

El territorio del departamento de Sololá estuvo ocupado durante el período prehispánico, al igual que en la actualidad, por tres grupos indígenas: K'ichés, Kakchiqueles y tzutujiles. Hasta mediados del siglo XV (entre 1,425-1,475) los K'ichés y Kakchiqueles formaron una sola organización política y social. Durante el reinado de Quikab el Grande, los Kakchiqueles fueron obligados a desalojar su capital, Chiavar, (hoy Santo Tomás Chichicastenango) y se trasladaron a Iximché. A partir de entonces libraron frecuentes guerras con los K'ichés. El pueblo tzutujil, por su parte, se vio obligado a pelear continuamente con los dos pueblos citados, quienes se alternaron en el control sobre dicho grupo minoritario.

Los Kakchiqueles, al igual que los K'ichés estaban integrados en linajes. De los cuatro linajes Kakchiqueles, el segundo en importancia era el de los Xahil, que ejercía dominio sobre la mayor parte del territorio y tenía su capital en el pueblo de Tz'oluj-já (que significa agua de sauco en idioma Kakchiquel). Inicialmente dicha capital estaba localizada en Cakhay, a 6 kilómetros de Iximché.

Uno de los documentos indígenas más importantes es el Memorial de Sololá, también conocido como Memorial de Tecpán Atitlán, Añales de los Kakchiqueles o Añales de los Xahil. Este documento fue escrito por dos miembros de la familia Xahil, Francisco Hernández Añana y Francisco Díaz, entre 1573-1610, como un título o prueba para proceso judicial.

En abril de 1524, después de la destrucción de Gumarcaaj (Utatlán), Pedro de Alvarado fue recibido como amigo por los gobernantes de Iximché, quienes le pidieron ayuda en la guerra que libraban con los tzutujiles. Alvarado atacó la capital tzutujil, Tz'iquinahá o Atz'iquinahá (hoy Santiago Atitlán) que fue tomada el 20 de abril de 1,524.



Al inicio del dominio español se introdujo el régimen de la encomienda, para explotar la mano de obra indígena. Alvarado se reservó para su beneficio personal los pueblos más ricos, entre ellos Tecpanatitlán o Tecpán Atitlán (Sololá) y Atitlán (Santiago). En 1540, en cumplimiento de una real cédula de ese año, se inició el proceso de formación de pueblos de indios o reducciones, que estuvo a cargo de misioneros franciscanos u dominicos. El pueblo de Sololá fue fundado en 30 de octubre de 1547, mismo año que fue fundado el pueblo de Santiago Atitlán.


Durante el período colonial el territorio del departamento estuvo dividido en dos corregimientos, Tecpanatitlán o Sololá y Atitlán, los que abarcaban tierras que actualmente pertenecen a Quiché y Suchitepéquez. Alrededor del año 1730 se formó con los dos corregimientos la Alcaldía Mayor de Sololá. En noviembre de 1825 la Asamblea Constituyente del Estado de Guatemala dividió el territorio del Estado en siete departamentos, uno de los cuales era el de Suchitepéquez-Sololá. En 1838, este departamento, junto con Quetzaltenango y Totonicapán formó el Estado de los Altos o Sexto Estado, el cual fue suprimido en 1840, ocurriendo un nuevo intento separatista en 1848.

En 1849 fue creado el departamento de Suchitepéquez segregándolo de Sololá, que continuó abarcando casi todo el territorio actual de Quiché, hasta el 12 de agosto de 1872 cuando fue creado el departamento de Quiché, por considerarse excesiva la extensión de Sololá y Totonicapán.

Sololá quedó entonces conformado con los municipios siguientes: Villa de Sololá, San José Chacayá, San Andrés Semetabaj, Concepción, Panajachel, San Jorge, Santa Cruz, Santa Lucía Utatlán, Santa Clara, Santa María Visitación, San Pedro, San Juan, San Pablo, San Marcos, Atitlán, San Lucas Tolimán, San Antonio Palopó y Santa Catalina Palopó, así como Santa Bárbara, San Juan de los Leprosos (hoy San Juan Bautista) y Patulul. Estos tres últimos fueron anexados a Suchitepéquez en 1934.

Aspectos Geográficos:

El departamento de Sololá tiene una extensión de 1,061 kilómetros cuadrados, equivalente al 0.97% del territorio nacional y al 8.7% del territorio de la región VI. El lago de Atitlán ocupa un área de 125.7 kilómetros cuadrados, el 11.8% del territorio del departamento. Es el segundo lago más grande del país después del de Izabal y por delante del lago Petén Itzá. Este lago tiene desagüe subterráneo, el cual se supone que se dirige principalmente hacia el río Madre Vieja, entre Sololá y Suchitepéquez.



Los accidentes geográficos más importantes son los volcanes de Atitlán (3,537 metros sobre el nivel del mar), Totolimán (3,158 msnm) y San Pedro y Nimajuyú (3,020 msnm), los cuales están situados en la parte sur del departamento. Lo anterior determina que todo Sololá esté comprendido en la provincia fisiográfica denominada Tierras Altas Volcánicas.

Zona de Vida:

La zona de vida predominante en Sololá es el Bosque Húmedo, Montano Bajo Subtropical (BMHMS) que ocupa el 43% del territorio. Le sigue el Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Tropical (BMHMT) con el 40%; el Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (BMHSC) con el 14% y el Bosque Muy Húmedo Montano subtropical (BMHMS) con el 3%.

En cuanto a la capacidad productiva de los suelos, el 79% de los suelos de Sololá pertenece a las clases agrícolas V, VI, VII y VIII, las cuales están constituidas por suelos no cultivables, los que en su mayor parte solo pueden ser destinados a cultivos permanentes (frutales u otros), pastos y bosques. Únicamente el 8.5% de los suelos pertenece a las clases II, III y IV, y pueden ser cultivados con pocas, medianas o severas limitaciones.

Población:

De acuerdo al censo del INE 2002, el departamento de Sololá tiene 307,661 habitantes, con un 96.44% de población indígena (la proporción más alta de todo el país, junto con el departamento vecino de Totonicapán), la población rural representa el 51.20% del total. La densidad de población es de 290 habitantes por kilómetro cuadrado, es decir una densidad muy elevada que casi triplica el promedio nacional (103 hab./Km²).

División Político-Administrativa:

El departamento se divide en diecinueve municipios, siendo el de Sololá su Cabecera. Once de estos municipios colindan con el Lago Atitlán (ver mapa No. 2, en página siguiente).



Indicadores de Desarrollo:

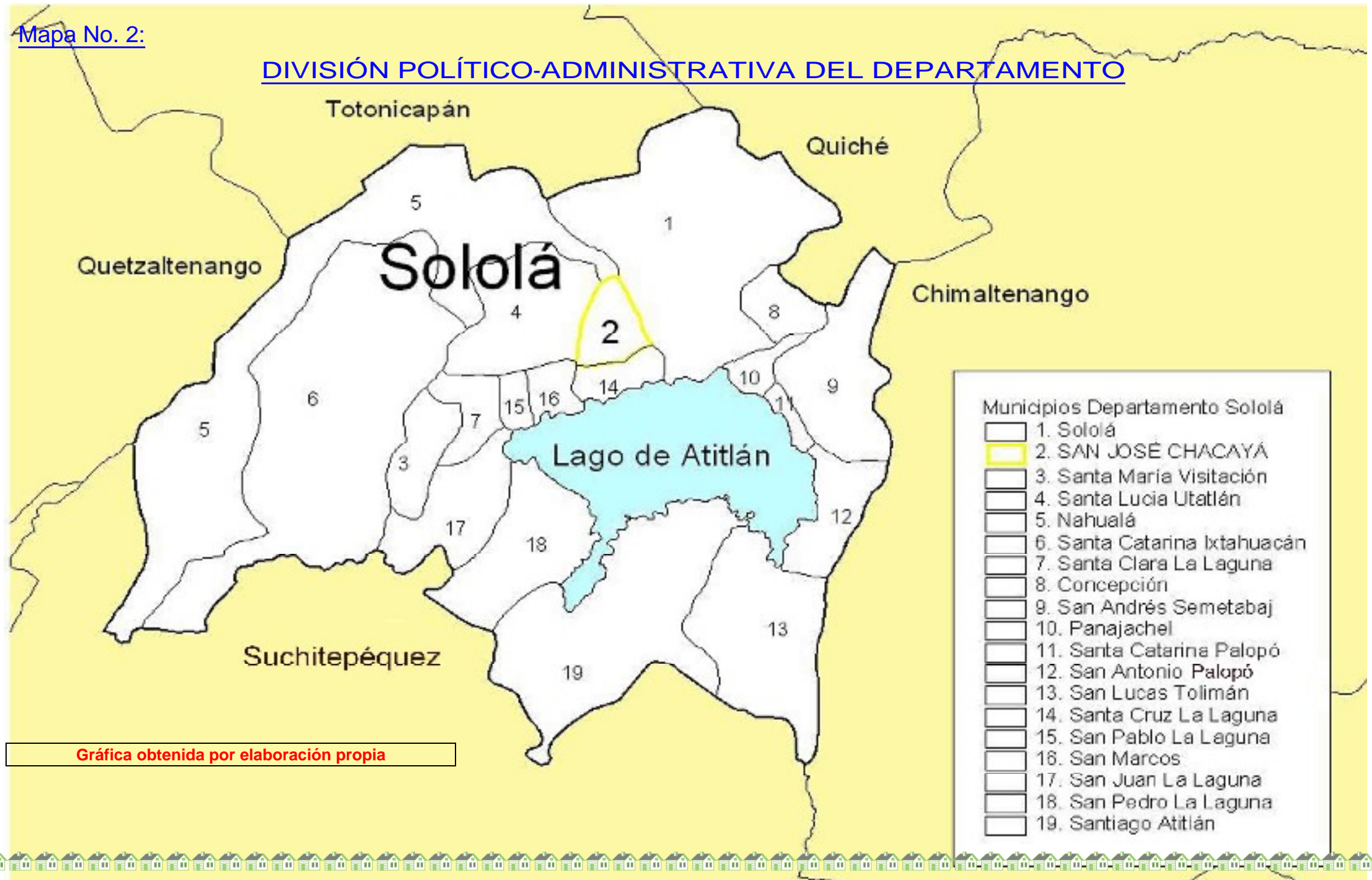
Según el Informe de Desarrollo humano 2,001 del PNUD, el Índice de Desarrollo Humano en el Departamento de Sololá es de 0.5225. Esto lo ubica en el penúltimo lugar de los 22 departamentos del país, justo por delante de Totonicapán.

Por otra parte, según los “Mapas de Pobreza de Guatemala”, elaborados por la Secretaría de Programación y Planificación de la Presidencia de la República –SEGEPLAN-, el porcentaje de pobreza en el departamento es del 76.36% y el porcentaje de pobreza extrema es del 32.62%. Esto supera ampliamente los promedios nacionales que son de un 54.33% de pobreza y un 22.77% de extrema pobreza.

Otro indicador que evidencia los bajos niveles de desarrollo del departamento, es la tasa de analfabetismo. En el año 2,002, de acuerdo con los datos del censo, el departamento tiene una tasa de analfabetismo (población de 15 años y más) del 43.76%. A nivel de género, el analfabetismo supone el 52.13% en las mujeres y el 34.95% en los hombres. Es un índice bastante elevado si lo comparamos con el promedio nacional, situado en el 29.32%.

Mapa No. 2:

DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA DEL DEPARTAMENTO





Gráfica obtenida por elaboración propia



Capítulo III



1. MUNICIPIO DE SAN JOSÉ CHACAYÁ⁶⁸:

ORIGEN DEL NOMBRE:

De acuerdo con el diccionario geográfico de Guatemala, la palabra Chacayá proviene de las voces en idioma K'akchiquel: ch-ka, que significa golpe o caída, y yá, agua, lo que se traduce como caída o golpe de agua, y que podría deberse al hecho de que en las inmediaciones del poblado existen varias caídas de agua o cataratas.

BREVES DATOS HISTÓRICOS:

En el Memorial de Sololá se menciona que en el año de 1572 llegó a Sololá un oidor de la Real Audiencia de nombre Matheo, y que los funcionarios locales fueron a recibirlo a Chocoyá. En el mismo documento, al narrar una de las guerras libradas entre quichés y cakchiqueles, se menciona la población de Chakihyá, que fue abandonada por los quichés. Estas menciones permiten afirmar que San José Chacayá es un poblado anterior a la conquista española.

En una relación sobre los convenios franciscanos, escrita por Fray Francisco de Zuaza, en 1689, se indica que uno de los cinco poblados que dependían de dicho convento era el de San José, situado a una legua de Sololá, con 290 habitantes cakchiqueles. El cronista Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán, en su obra "Recordación Florida" (1690), señala que San Joseph Chacayá era un pueblo de corto y pobre número de vecinos, con solamente 73 tributarios, que dependían del convento de Tecpán Atitlán.

El arzobispo Pedro Cortez y Larraz, en la crónica de su visita pastoral de los años 1768 a 1770, menciona que San Joseph Chacayá era un pueblo anexo a la parroquia de Sololá que contaba con 1332 habitantes.

⁶⁸ Plan de Desarrollo Integral del Municipio de San José Chacayá, Sololá, correspondiente a los años 2004-2014. Guatemala agosto, 2004. Páginas 9 - 95



Durante el período colonial, San José Chacayá perteneció al corregimiento de Tepic, que a partir de 1720 integró, junto con el corregimiento de Atilán, la Alcaldía Mayor de Sololá. En 1872, cuando fue creado el departamento de Quiché, entre los 21 municipios que permanecieron en Sololá aparece el de San José Chacayá.

Los habitantes del municipio relatan como historia popular, la existencia de oro en el cerro de las Minas y que a consecuencia de disturbios religiosos ocasionados por el párroco de aquel entonces, a quien le atribuían cualidades de transformarse en animal, Characot, que significa persona que se convierte en animal nocturno provocó muchos daños a la población, robando en las noches.

Cuando la población quiso investigar el motivo de los problemas, el párroco informó que el culpable era el patrono de San José. Ordenando a los Chajales de la iglesia su incineración.

Después de tal acto, el cerro de las Minas se quemó, hubo grandes catástrofes, enfermedades, por lo que la población tuvo que emigrar a otros lugares. Se quedaron solamente 8 familias.


Esto sucedió aproximadamente hace 204 años. Actualmente antropólogos estudiosos analizan las estructuras geológicas del cerro de las Minas, para verificar alguna señal de existencia de oro.

El patrono de San José apareció en Momostenango. Llevando bienestar económico y social a aquel Municipio.

El Municipio fue afectado por el terremoto del 4 de febrero de 1976, causando daños materiales. Recibió apoyo de Caritas Arquidiocesana y del Comité de Reconstrucción Nacional, para la reconstrucción del Municipio.

Como consecuencia la iglesia colonial sufrió daños considerables, que hasta la fecha se están reparando.





Entre las inauguraciones mas importantes se destaca la introducción de energía en el año de 1942. Suministrado por el sistema regional de Santa María distrito de Totonicapán, este sistema fue reemplazado hasta el año de 1997.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA:

El Municipio de San José Chacayá está situado en el occidente de la República, en el departamento de Sololá, a una distancia de la ciudad capital de entre 146 y 157.5 kilómetros, según por qué carretera se vaya. Tiene una extensión territorial de 44 kilómetros cuadrados, equivalente al 4.15% y colinda con otros tres Municipios del mismo departamento: Al Norte y al Este con Sololá, al Sur con Santa Cruz la Laguna y al Oeste con Santa Lucía Utatlán.

Su altitud oscila entre los mil ochocientos y los tres mil metros sobre el nivel del mar, las partes mas altas se encuentran ubicadas al suroeste del municipio, correspondientes al cantón Los Tablones, siendo los puntos más altos, el Cerro Las Minas (3,000 m) y en el Cerro Chichimuch (2,800 m), y las partes mas bajas corresponden al Caserío Chucru, al este del municipio. La altitud de la cabecera es de 2,210 m y sus coordenadas son: Latitud 14° 46' 15" y longitud: 91° 12' 55". De ésta cuenta, el Municipio pertenece a las tierras altas cristalinas del altiplano central, con montañas bajas y colinas moderadas. Su geografía es quebrada en un 30% de su territorio, especialmente en las partes montañosas.



DATOS GENERALES DE LA MUNICIPALIDAD:

AUTORIDAD MUNICIPAL:

La Corporación Municipal de San José Chacayá está integrada por siete miembros titulares: el Alcalde, dos Síndicos y cuatro Concejales. Además cuenta con un síndico suplente y un concejal suplente. La actual corporación es el resultado de las elecciones del 9 de noviembre del año 2003 y está integrada de la siguiente manera: el Partido Unionista –PU-, ganadora de los comicios, cuenta con siete representantes, incluido el Alcalde Municipal, mientras que otras dos organizaciones políticas cuentan cada una con un concejal, se trata de la Unidad Nacional de la Esperanza -UNE- y el Partido de la Gran Alianza Nacional -GANA-.

La corporación Municipal sesiona en forma ordinaria los días jueves de cada semana, de las 8:00 a.m. en adelante. Además realiza sesiones extraordinarias cuando se presentan necesidades urgentes, así como reuniones con representantes de la población, especialmente con los Consejos comunitarios de Desarrollo de las distintas comunidades del Municipio.

La Corporación municipal cuenta con nueve comisiones de trabajo, conformadas cada una por uno o dos miembros de la misma. Estas son: Educación, Cultura y Deportes; Salud y Asistencia Social; Participación Ciudadana, Organización Comunitaria, Derechos Humanos y de la Paz; Urbanismo, Vivienda, Infraestructura y Ordenamiento territorial; Ambiente y Recursos Naturales; Fomento económico y Turismo; Mujer, Niñez, y Familia; Probidad; y Finanzas, todas obligatorias según el código Municipal.

PERSONAL MUNICIPAL:

La Municipalidad emplea 16 personas, de las cuales 8 trabajan en los servicios Municipales y 8 en oficinas técnico-administrativas.

Las dependencias que funcionan en la municipalidad son tres: Secretaría Municipal (que incluye el Registro Civil), la Oficina Municipal de Planificación –OMP-, y la Tesorería. Las dos primeras cuentan con tres empleados cada una y tesorería con dos. Además, la municipalidad cuenta con un conserje, dos policías municipales, un bibliotecario, un fontanero y tres personas dedicadas a la limpieza y mantenimiento de espacios públicos.



SERVICIOS MUNICIPALES:

La Municipalidad de San José Chacayá presta a la población 6 servicios Municipales:

- Agua Entubada: El servicio se brinda 12 horas diarias en todo el casco Urbano, Las Minas y Chuacruz, el agua que se distribuye no es potable. Cuenta para su operación con un fontanero y el costo mensual es de Q 3.00 por canon de agua, los cuales se cancelan en la Tesorería Municipal.
- Limpieza de calles: Es prestado por tres personas contratadas por la municipalidad que realizan la limpieza de las calles céntricas del casco urbano y los caminos vecinales del municipio.
- Cementerio: Es el único del municipio y se encuentra en la cabecera. La propia municipalidad vela por su mantenimiento, en el se puede comprar fracciones de terreno para sepultura al precio de Q 250.00 por m².
- Policía: Integrada por dos personas, su misión consiste en velar el cumplimiento de las ordenanzas municipales, cuidar de los bienes públicos y prestar asistencia a los vecinos y visitantes que lo necesiten, en coordinación con las fuerzas públicas de seguridad, en especial la Policía Nacional Civil.
- Biblioteca municipal: Este servicio está funcionando en el Instituto Mixto por Cooperativa del municipio, a cargo de un bibliotecario, que funciona en los horarios de 8:00 a.m. a 17:00 p.m., en los días hábiles de la semana.
- Locales comerciales: Estos locales son alquilados a personas, ya sean del municipio o de otros lugares, por este servicio se cobra un promedio de Q 140.00 mensual por cada local.

Es de notar que la mayoría de estos servicios son prestados únicamente en el área urbana del municipio. Por otra parte, si bien existe el servicio de distribución de agua, no existe un sistema de eliminación de la misma (drenaje o alcantarillado).

Finalmente, la municipalidad presta a la población servicios administrativos que por ley le corresponden. Estos son el Registro Civil, quien inscribe los nacimientos, defunciones, matrimonios civiles y personerías jurídicas, y extiende certificaciones de los mismos, y el Registro de Vecindad, que extiende y/ o repone las cédulas de vecindad. Ambos registros funcionan como sub-dependencias de la secretaría municipal. En fin, aunque no sea su único objeto, la Oficina Municipal de Planificación presta algunos servicios a la población, en especial el apoyo en las gestiones relativas a sus proyectos de desarrollo.



FIESTA TITULAR:

El patrono es el Patriarca San José. La festividad se celebra el martes de Pascua, siendo por consiguiente movable. Este día se realizan actividades religiosas en honor a San José Chacayá.

A ctualmente funcionan 3 cofradías: L a de S an J osé que se celebra el 19 de marzo, la de C oncepción, el 8 de diciembre y la de S an G aspar que se celebra el 6 de enero.


DEMOGRAFÍA:

Según C enso realizado por el Instituto N acional de E stadística, el M unicipio de S an J osé C hacayá, en el año 2,002 tenía 2,445 habitantes. L a densidad de población era entonces de 56 habitantes por kilómetro cuadrado, o sea una densidad muy por debajo del promedio departamental (290 hab/ K m²) e incluso inferior a la media nacional (103 hab/Km²).

E l 50.47%de la población está constituida por mujeres y el 49.53%por hombres. E n cuanto a edad, la población de S an J osé C hacayá es muy joven, ya que el 51.12%del total (1,250 personas) tiene menos de 20 años. E n cambio, las personas mayores son muy pocas, pues solo el 6.09%de la población pasa de 60 años.

L a población está dividida de la manera siguiente: el 72.92%de los chacayenses vive en el área rural, mientras que un 27.08%habita en la cabecera municipal (casco urbano). S egún declaraciones de los vecinos, hechas durante la realización de los D iagnósticos Participativos C omunitarios del 2,004, el total de familias de estas comunidades rurales y urbana es de 516, que habitan en 507 viviendas.





En relación a lo étnico, la inmensa mayoría de pobladores es indígena, pertenecientes a las étnias mayas Kaqchiquel (66%) y K'iche (27%). Constituyen el 93% de la población total de San José Chacayá (ligeramente por debajo del promedio departamental de población indígena, que es de 96.44%), y viven tanto en el área urbana como en las comunidades rurales. El 7% restante es población ladina o mestiza que radica principalmente en el casco urbano.

Según Censo realizado por SIA S -PRO D E S C A y La Municipalidad en julio de 2,004, la población de San José Chacayá asciende a 2,712. Esto significa 267 personas más que en el año 2,002, lo cual refleja una tasa de crecimiento anual de 1.90% muy por debajo de la tasa departamental que se sitúa en el 3.47%, e incluso del promedio nacional que tiene una tasa de crecimiento del 3.23%.

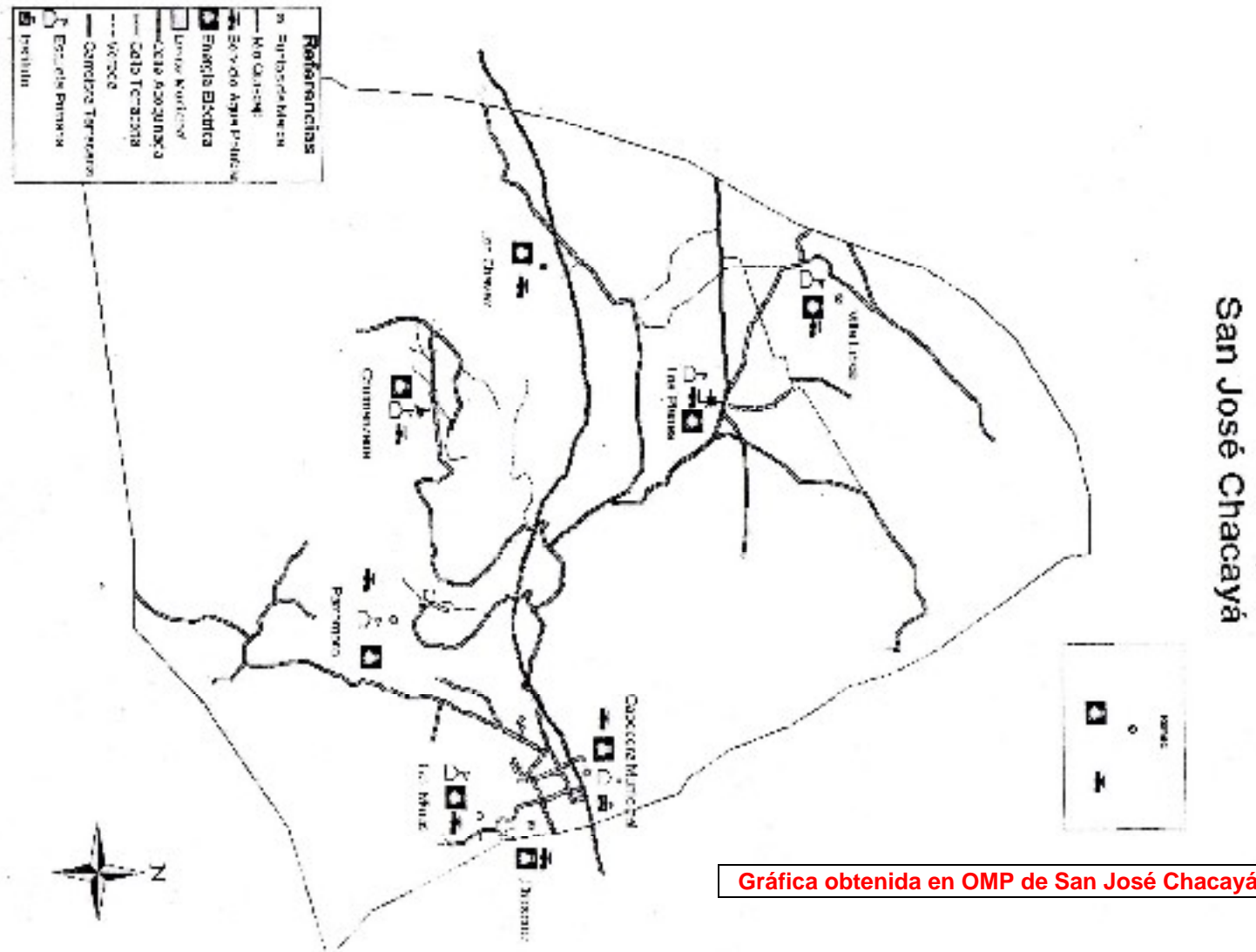
Finalmente, la participación electoral de la población Chacayense ha aumentado en los últimos años. Si en las elecciones generales del 1,999 habían votado 891 ciudadan@s, en los mismos comicios de 2,003 acudieron a las urnas 1,301 personas, lo cual representa un aumento de prácticamente un 30% (410 votantes). En junio de 2003, el número de empadronados ascendía a 1405, quedando mas o menos sin empadronar 358 personas, es decir el 25% de la población en edad de votar.

DIVISIÓN POLÍTICA ADMINISTRATIVA:

El Municipio de San José Chacayá cuenta con 9 centros poblados, siendo estos un pueblo que es la cabecera y ocho comunidades rurales. Los ocho centros poblados del área rural son: dos cantones, siete caseríos y una colonia: 1) Caserío Los Planes, 2) Caserío Los Chávez y 3) Caserío Villa Linda que forman parte del Cantón Los Tablones, 4) Caserío Parromero y 5) Caserío Chuimanzana que forman parte del Cantón Chichimuch , 6) Caserío Las Minas, 7) Caserío Chuacruz y 8) Colonia Romec.

Comparado con la mayoría de municipios del departamento y del país, San José Chacayá es uno de los más pequeños. Por lo tanto, no existe dependencia entre sus centros poblados, sino que todos mantienen una relación directa con la municipalidad para tratar los asuntos de interés.

Mapa No. 3:
CENTROS POBLADOS, INFRAESTRUCTURA BÁSICA Y COLINDANCIAS DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ CHACAYÁ



Gráfica obtenida en OMP de San José Chacayá, Sololá



INFRAESTRUCTURA BÁSICA:

Vías de Acceso:

A l Municipio de S an José C hacayá se puede acceder desde la ciudad capital por tres vías diferentes, la mas utilizada (146 kms), es la carretera Interamericana que pasa por la cabecera departamental y luego al Municipio de S an José Chacayá.

El otro acceso desde la ciudad capital se hace a través del Municipio de Santa Lucía Utatlán, vía la interamericana hasta el cruce del kilómetro 148, con una longitud de 157.5 kilómetros, el cual se considera el mas largo.

Finalmente se puede llegar al M unicipio de S an José C hacayá, vía la interamericana hasta el cruce del kilómetro 139, con una longitud de 144 kilómetros, este recorrido es utilizado principalmente por los vecinos del Cantón los Tablones.

El acceso de la cabecera Municipal de San José Chacayá hacia la cabecera departamental de Sololá y a la cabecera municipal de Santa Lucía Utatlán es únicamente de terracería y cuenta con una longitud de 13 kilómetros.

En total, el Municipio cuenta con una red vial de aproximadamente 19.50 kilómetros, de los cuales 2.20 (11.28%) corresponden a calles adoquinadas y 17.30 kilómetros (88.72%) a caminos de terracería.

C omo ya se ha señalado, la principal vía de acceso al M unicipio está compuesta principalmente de terracería, por lo que el acceso se dificulta especialmente en invierno. Siete de los nueve centros poblados del Municipio, cuentan con acceso vehicular más o menos transitable durante todo el año. Sin embargo, el Caserío L as M inas carece de acceso vehicular en toda la comunidad por falta de apertura de camino, y el C aserío de C huacruz solo cuenta con acceso vehicular en verano, debido a que en la época de lluvia sus caminos se vuelven intransitables, o en el mejor de los casos transitables únicamente por camiones o vehículos de doble tracción.

Red vial:

- 7 comunidades cuentan con acceso vehicular todo el año.
- 2 comunidades no cuentan con acceso de vehículos: Las Minas no cuenta en su totalidad con acceso vehicular, por falta de apertura de camino y Chuacruz solo cuenta con servicio vehicular durante el verano.

Telecomunicaciones:

- 2 comunidades cuentan con líneas telefónicas de tipo residencial (la cabecera y Chuacruz), y el resto solo cuenta con telefonía móvil (celulares).
- 1 comunidad cuenta con servicio de correos, la oficina está ubicada en la cabecera Municipal.
- No se cuenta con emisora de radio en el municipio.

Vivienda:

- Tipo de construcción:

<u>Tipo de Paredes</u>	<u>No. de Viviendas</u>	<u>Proporción</u>
<u>Adobe</u>	412	83.29%
Block	73	13.57%
Madera	18	2.71%
Concreto	4	0.43%
<u>Total</u>	507	100%

<u>Tipo de Techo</u>	<u>No. de Viviendas</u>	<u>Proporción</u>
<u>Lámina</u>	479	96.45%
Pajón	12	1.42%
Concreto	8	1.25%
Asbesto de cemento	5	0.63%
Teja	3	0.25%
<u>Total</u>	507	100%

<u>Tipo de piso</u>	No. de viviendas	Proporción
Torta de concreto	196	39.25%
Tierra	182	36.32%
M aterial no establecido	82	12.90%
Ladrillo de cemento	37	7.10%
Ladrillo de barro	5	3.80%
Ladrillo cerámico	3	0.42%
Madera	2	0.21%
<u>total</u>	507	100%

Servicios domiciliarios:

- El 98% de viviendas del municipio tienen energía eléctrica. (En el Caserío Las Minas y en Villa Linda hay viviendas que no cuentan con este servicio).

Telecomunicaciones:

S olamente el 22%de los centros poblados del M unicipio cuenta con líneas telefónicas de tipo residencial o comercial, siendo éstos la C abecera M unicipal y Chuacruz. E l resto de las comunidades cuenta únicamente con telefonía móvil (celulares), pero por la mala cobertura de las empresas, éste servicio presenta deficiencias (poca calidad e incluso interrupción de las comunicaciones), además de tener un costo bastante elevado.

E n cuanto a correos y telégrafos, solo la cabecera M unicipal cuenta con una oficina de la empresa privada E l C orreo, concesionaria del servicio estatal. A tiende únicamente los lunes, miércoles y viernes, en horario de 8 a.m a 5 p.m S e encarga de distribuir correspondencia tres veces a la semana en la cabecera y de vez en cuando en las comunidades mas accesibles.



Otras Infraestructuras de Uso Colectivo:

San José Chacayá cuenta con un cementerio público, ubicado en la cabecera y utilizado por todas las comunidades del Municipio. En cuanto a los salones comunales, que si bien están en condiciones regulares, existen únicamente en dos centros poblados (22% del total): C abecera M unicipal y C antón los tablones. No se cuenta en el municipio con instalación para destace de ganado (rastros), ni para la actividad comercial (mercado).


En cambio, el municipio cuenta con un número importante de edificios religiosos. La religión católica cuenta con una iglesia en el C antón L os T ablones y otra en la cabecera municipal, en donde también tiene un oratorio. En cuanto a la religión evangélica, cuenta con un total de 14 templos, 3 en la cabecera M unicipal y 11 repartidos entre 7 comunidades del área rural, únicamente la Colonia Romec no cuenta con edificio religioso.

RECURSOS NATURALES:

En el Municipio existe la unidad bioclimática Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (B M H M B S), que corresponde a un clima frío, ya que por lo general afecta a alturas que van desde los 1,800 a 3,000 metros sobre el nivel del mar. Las temperaturas oscilan entre los 12 a 18 grados centígrados y la precipitación pluvial varía entre los 1,000 a 2,000 milímetros al año. Los suelos son profundos, de textura liviana, moderadamente bien drenados, de color pardo o café. La pendiente se localiza en su mayoría en los rangos de 0% a 5% y 5% a 12%, pero también existen áreas comprendidas entre 12% a 32%.

Estas características permiten cultivos como avena, cebada, frijol, frutales, flores, hortalizas, papa, trigo, pastos, bosques energéticos y de pino, aliso, ciprés y gravilea. La fauna también es muy diversa, con presencia de especies silvestres como la ardilla, culebra, gato de monte, tacuazín comadreja, conejos, taltuza, armados, coyotes, y diferentes clases de pájaros. Sin embargo esta riqueza ha disminuido en los últimos años, debido a la tala inmoderada de árboles, aumento rápido de la frontera agrícola y los incendios incontrolables. En la actualidad solo el 20% del territorio tiene cobertura forestal, cuando en el pasado ocupaba prácticamente un 45% del Municipio. Hoy en día el 41% de la superficie total del municipio es utilizada para actividades agrícolas, el 30% para vivienda, para pasto el 3% y baldío el 6%.

En cuanto a recursos hídricos, San José Chacayá cuenta con 7 ríos y dos riachuelos. Entre los ríos más importantes destacan el Molino-La Toma que pasa por la C abecera municipal y el Chuiscalera que pasa por el Caserío Parromero. Además, con un menor caudal se encuentran: el río Chichimuch que pasa por Chuimanzana, el Chobux por Parromero, el río las Minas que pasa en la entrada de Chuacruz, el Seúl que pasa al oeste de Parromero y el Tunayá que pasa al oeste



de Villa Linda, estos dos últimos se unen para formar el río Kis-kap. A estos ríos se suman un total de 16 nacimientos que abastecen de agua los distintos centros poblados del municipio: 6 se encuentran en Parronero, 5 en Chuimanzana, 2 en los Chávez, 2 en los Tablones y 1 en Las Minas.

PRESENCIA INSTITUCIONAL:

Seis Instituciones Gubernamentales cuentan con oficina en el Municipio:

- El Ministerio de Salud, a través del Puesto de Salud.
- El Ministerio de Educación, a través de la Coordinación Técnica Administrativa, Distrito 07-02-01.
- El Organismo Judicial, mediante el Juzgado de Paz.
- El Tribunal Supremo Electoral, a través de la subdelegación de Registros de Ciudadanos.
- El Comité Nacional de Alfabetización –**CONALFA**–.
- La Policía Nacional Civil -**PNC**–, mediante una Sub-Estación.

A demás, otras seis dependencias estatales, apoyan la ejecución de distintas acciones y proyectos en San José Chacayá, aunque no cuentan con oficina: El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, que desde hace aproximadamente cinco años viene apoyando a la población con fertilizantes para sus respectivas siembras. El Fondo Nacional para la Paz –**FONAPAZ**– y el Fondo de Inversión Social -**FIS**–, que han proporcionado financiamiento para obras de infraestructura básica. Cabe mencionar que en el Municipio se cuenta con la presencia de la Comisión Nacional de Áreas Protegidas –**CONAP**–, Instituto Nacional de Bosques –**INAB**–, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, -**MARN**–, que llegan al municipio de vez en cuando, según lo amerite el caso.

Por otra parte el municipio de San José Chacayá cuenta con la colaboración de tres Organismos Internacionales de apoyo al desarrollo, aunque ninguna tiene oficina en el municipio: Los Cuerpos de Paz de Estados Unidos, que cuentan con una voluntaria que trabaja un programa de educación ambiental; La Misión de Verificación de las Naciones Unidas en Guatemala –**MINUGUA**–, que imparte charlas sobre los Acuerdos de Paz firmados en el año de 1,996; y la Agencia Española de Cooperación Internacional -**AECI**–, que trabaja en el fortalecimiento Municipal y Desarrollo Humano Integral conjuntamente con la municipalidad.



En cuanto a Organizaciones No Gubernamentales –ONG- guatemaltecas, una de carácter nacional y dos de ámbito departamental trabajan en el municipio: La Asociación guatemalteca de educación Sexual –AGES-, con sede en Quetzaltenango y la Ciudad Capital, que se dedica a la concesión de becas de estudio a señoritas de nivel básico y a impartir charlas sobre educación sexual y desarrollo humano; Proyecto Ixchel y La Fundación Cristiana para Niños y Ancianos, tienen su oficina en el Municipio de Sololá y en el Municipio de Santa Lucía Utatlán respectivamente, ambas se dedican al apadrinamiento de niños de escasos recursos económicos. Otras dos ONGs locales, aunque con ámbito de trabajo departamental, cuentan con oficina en el municipio. Estas son la Asociación de Desarrollo Integral Guatemalteco Ajamajel Wina'q (gente trabajadora en cachiquel) –ASODIGUA-, que se dedica a la concesión de techo mínimo a la población y al reparto de víveres, y la Asociación Sololteca Unidos para el Desarrollo Integral –ASUDI-, que apoya al sector agrícola del Municipio. En cuanto a instituciones de servicios financieros, ninguna tiene oficina en San José Chacayá, lo cual obliga a los chacayenses a desplazarse a la cabecera departamental para realizar operaciones bancarias u otras.

2. Colonia Romec⁶⁹

La Colonia Romec ocupa un terreno, que anteriormente formaba parte de la Hacienda San Juan Argueta. En el año de 1950 Llegaron a la hacienda varias personas originarias de San José Chacayá, entre las cuales dos ancianos, con la finalidad de trabajar para la sostenibilidad de sus familiares. Las actividades eran la siembra de árboles frutales como: el durazno.

El dueño de la hacienda don Roberto Medina Cárdenas estuvo administrando su hacienda desde el año 1950 hasta que murió en el año 1978. Después de la muerte del señor Medina, la Señora Margarita Brishaux de Medina, tuvo a su cargo la administración de la hacienda. Desde 1979 a 1984 Margarita Brishaux, de origen Francés, tuvo a su cargo la administración de la hacienda San Juan; durante este tiempo se dio mala administración y fracasó la cosecha de melocotones y la gente quedó sin empleo.

A principios del año de 1985 el primer hijo de Medina reunió a los trabajadores de la hacienda, después de 7 años de la muerte de su padre, para darles a conocer que no se les pagaría en efectivo, sino que se les daría terreno como forma de pago, en consenso comunitario fueron entregados 1.5 cuerdas de terreno a 17 personas que estuvieron laborando durante un periodo de 35 años en dicha hacienda. También en consenso, el lugar quedó con el nombre de Colonia **ROME C**, que se deriva de las iniciales del propietario de hacienda: Roberto Medina Cárdenas (**RO** = Roberto, **ME** = Medina y **C** = Cárdenas = **ROME C**).

⁶⁹ Plan Comunitario de Desarrollo Integral de la colonia Romec, Municipio de San José Chacayá, Sololá, correspondiente a los años 2004-2014. Guatemala Julio, 2004. Páginas 7 - 40



Casos Análogos:⁷⁰

En Guatemala ya se han hecho construcciones a base de bloks de adobes, estos proyectos se encuentran en Huehuetenango, Quetzaltenango, costa norte y costa sur, estos han sido planificados y ejecutados por el Arquitecto Pedro Antonio Asturias (Actualmente coordinador Salud Ambiental, Dirección de Medio Ambiente, Municipalidad de la ciudad de Guatemala)

Colocación de material a los moldes y el pistón para creación de bloks de adobe.



Se dejan secar por 6 días.



Gráficas proporcionadas: Arq. Pedro Antonio Asturias.

⁷⁰ Datos y fotografías proporcionados por el Arq. Pedro Antonio Asturias (Actualmente Coordinador Salud Ambiental, Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guatemala)



Levantado de muro con los bloks de adobe.



Vista panorámica de las viviendas en construcción.



Gráficas proporcionadas: Arq. Pedro Antonio Asturias.





4. La propuesta Arquitectónica

ANALISIS DEL TERRENO:

El terreno está en el área norte a 6 kilómetros vía Chuquiel y 24 kilómetros vía Santa Lucía Uxatlán desde la cabecera municipal de San José Chacayá, Sololá. Se sitúa a una altura de 2300 metros sobre el nivel del mar. Este está limitado en sus cuatro puntos cardinales por la Aldea Aigueta. Los vientos dominantes provienen del noroeste, cuenta con una extensión de 72,886.50 m². Que tiene de 2% a un 30% de pendiente, el clima que predomina es generalmente frío.

Uso actual y tenencia del terreno:	Actualmente no existe ninguna construcción en el terreno, éste se utiliza para cultivo en un 20% total del sitio. La totalidad del lugar es propiedad particular de habitantes de la colonia Romec. El terreno cuenta con 4 tipos de suelo ⁷¹ : Limo arcilloarenoso de color café, limo arenarcilloso de color café oscuro, arena limosa de color café claro, arena pómez de color café claro.
Vías de Acceso:	El acceso a la colonia Romec, se hace por medio de carretera de terracería del de la Cabecera municipal, habiendo una distancia de 6 kilómetros, esta vía es transitable todo el año. Existe un camino alternativo vía cabecera departamental, que suma 24 kilómetros (6 de terracería y 18 de asfalto).
Alumbrado público:	No tiene, se tiene que solicitar.
Líneas telefónicas	No tiene
Agua:	No cuenta con este servicio.
Drenajes:	No hay, son a flor de tierra.
Viviendas:	Se encuentran a 500 metros del terreno, siendo estas en su mayoría de dos ambientes por lo que existe hacinamiento.
Fauna:	En el área boscosa de la comunidad e incluso en el terreno del proyecto existen animales como las ardillas, conejos y aves.
Flora:	En el sitio se encuentran árboles de las especies: Encino, pino y ciprés.

⁷¹ Datos obtenidos de análisis de suelo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, octubre 2005

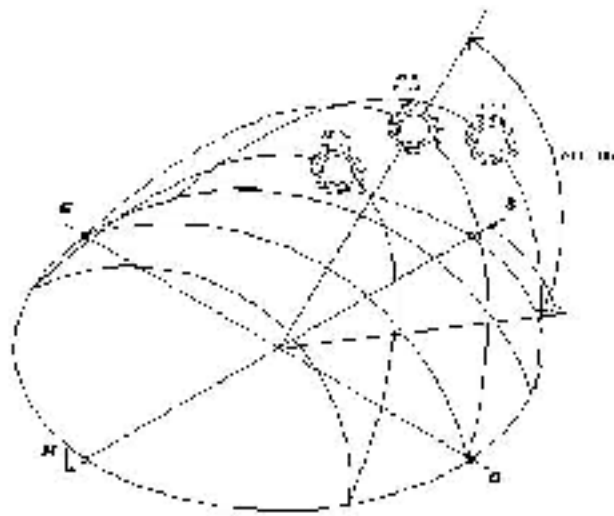


DIAGRAMA DE TRAYECTORIA SOLAR

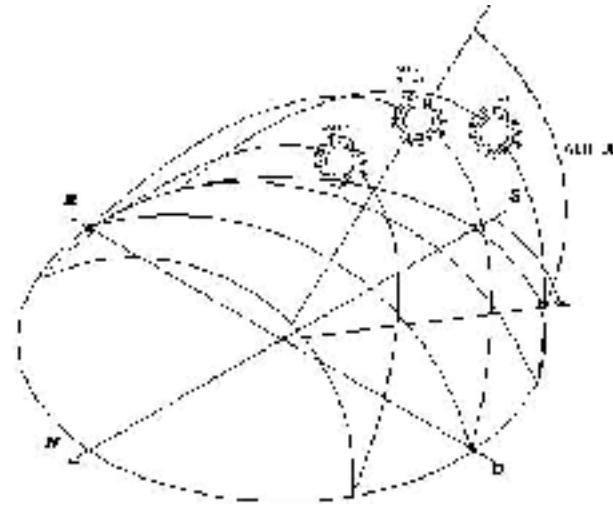
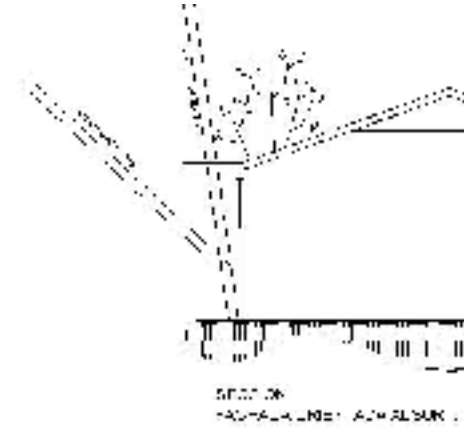
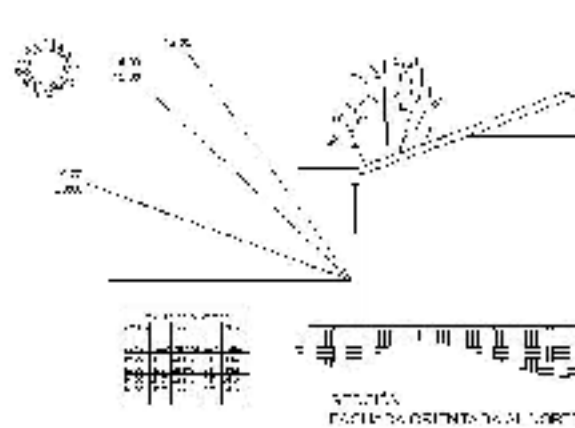
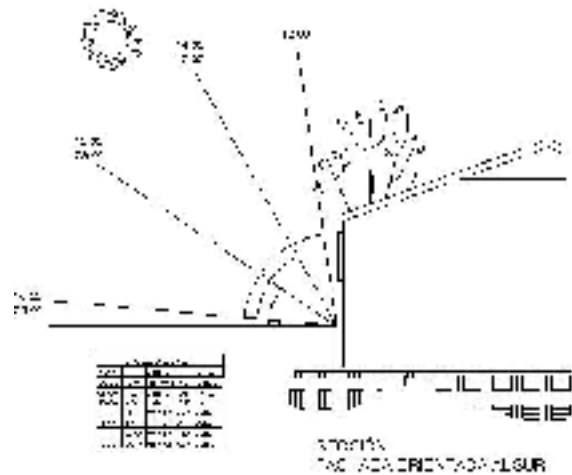


DIAGRAMA DE TRAYECTORIA SOLAR

INCIDENCIA SOLAR EN GUATEMALA. La insolación y características climáticas del país, con una latitud de 14° y 30° , se analizan con la carta solar 14° latitud norte. Se eligen fechas 22 de junio, 22 de diciembre, 21 de marzo y 23 de septiembre, debido a que en estos días el sol presenta sus máximas declinaciones: 22 de junio (solsticio de verano) el día más largo y la noche más corta del hemisferio norte, 22 de diciembre (solsticio de invierno). Los equinoccios corresponden al 23 de septiembre (otoño) y al 21 de marzo (primavera) cuando la noche y el día tiene igual duración para todo el planeta.

Gráficas obtenidas: tesis de Graduación Vasquez, Humberto. Centro Polivalente para el desarrollo social de Guazacapan, Santa Rosa. Agosto – 2005.



Las gráficas proporcionan información de la incidencia solar para las orientaciones norte y sur, en las diferentes horas del día. Se concluye que las fachadas orientadas al sur están más propensas al sol en diferentes horas del día, esto es conveniente porque la región del altiplano es de clima frío, por lo tanto se necesita aprovechar al máximo la recepción solar, y por otro lado, fachadas orientadas al norte no tienen gran incidencia solar.



Análisis del terreno



Premisas de Diseño


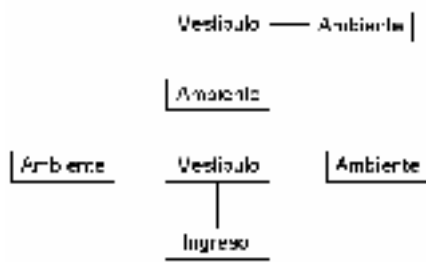
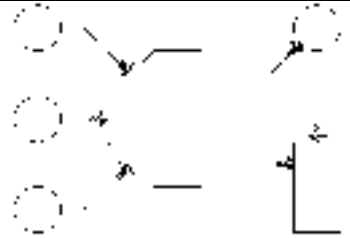
El estudio y análisis socio cultural y climático de la Colonia Roméc del municipio de san José Chacayá, Sololá; es la base para determinar las premisas de diseño de donde se fundamenta y se harán las conclusiones necesarias para poder aplicar propuestas adecuadas tanto funcionales como ambientales.

Premisas de diseño funcionales:


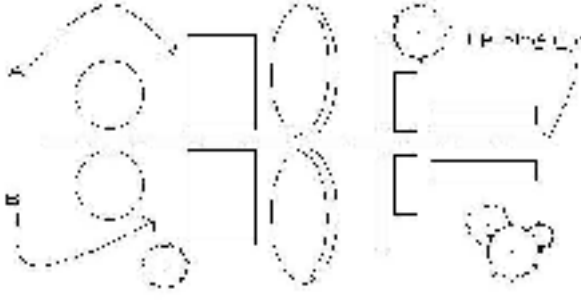
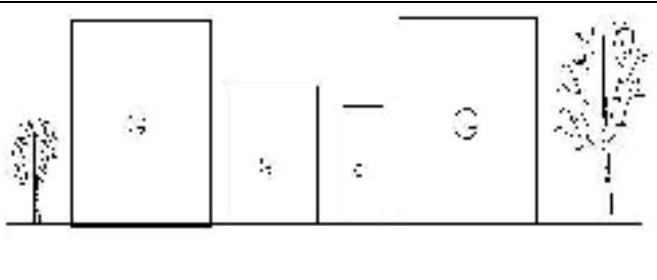
La función es la propiedad que tiene la arquitectura de satisfacer un uso; cubrir el propósito inmediato de servir para algo concreto. El objeto arquitectónico, para cumplir adecuadamente con este sentido, lleva implícito una serie de características imprescindibles para que lo funcional se cubra integralmente, en su aspecto estético, técnico y ergonómico. También se define como movimiento arquitectónico fundado en el principio de que la forma debe reflejar una función⁷². Se nombran aquellos requerimientos de diseño que abarcan un amplio conocimiento sobre las diversas actividades que se realicen en un objeto arquitectónico de tal manera que con la materialización del objeto arquitectónico se alcance la funcionalidad del mismo.

Las premisas que a continuación se describen tienen como fin primordial definir los lineamientos básicos y primordiales en la creación de un conjunto arquitectónico. Este proyecto tiene como finalidad establecer una respuesta arquitectónica a nivel de diseño y planificación de vivienda con adobe, las premisas que se aplican son las siguientes: funcionales, ambientales y constructivas. Dichas premisas condicionarán cada una de las partes que formarán el conjunto arquitectónico y estarán en concordancia con la tipología de este tipo de proyecto.

⁷² Análisis Histórico de la Arquitectura, Antiguo Egipto, Autor: Jorge Ballína Garza; Pág. 26

PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
<p>La funcionalidad de la propuesta arquitectónica debe considerar el poder sectorizar y definir cada una de las circulaciones, vestíbulos de las diferentes actividades que se desarrollen dentro del conjunto y/o complejo Arquitectónico.</p> <p>Estos se podrán definir adecuadamente considerando las principales áreas tales como: área social, área de servicio y área privada.</p> <p>En el diseño arquitectónico de un edificio es necesario tomar en cuenta su organización, la comunicación y la interacción que se desarrolle dentro de ellos.</p> <p>Se identifica cada uno de los sectores y necesidades que se plantearán en el programa de necesidades.⁷³</p>	<p>VESTÍBULO definida desde el punto de vista arquitectónico como la primera área que sirve para pasar a todas las demás”. Es primordial para poder comunicar directa o indirectamente a cada una de las áreas que conformarán el complejo arquitectónico.</p>	
	<p>SECUENCIA se define como: “Serie de cosas que tienen entre sí, enlace o continuidad, círculo de actividades de inicio y fin”. Considerando este concepto como una prioridad para que se pueda definir con exactitud cada uno de los trabajos por desarrollar para el funcionamiento ordenado de los mismos.⁷⁴</p>	
	<p>FRECUENCIA definida como: “Uso constante de las unidades, elemento que se repite más dentro de una organización”. Y la posible utilización del mismo logrando una integración arquitectónica como uso frecuente de una pieza que conformará un conjunto.⁷⁵</p>	

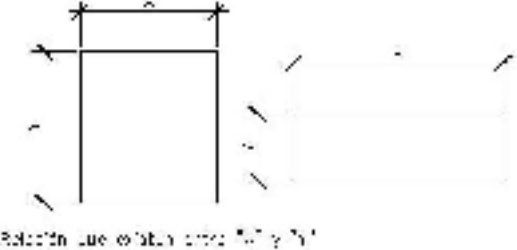
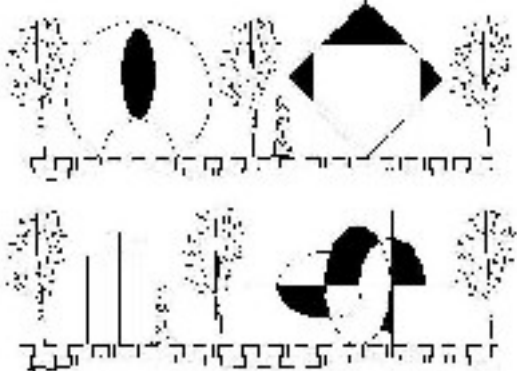
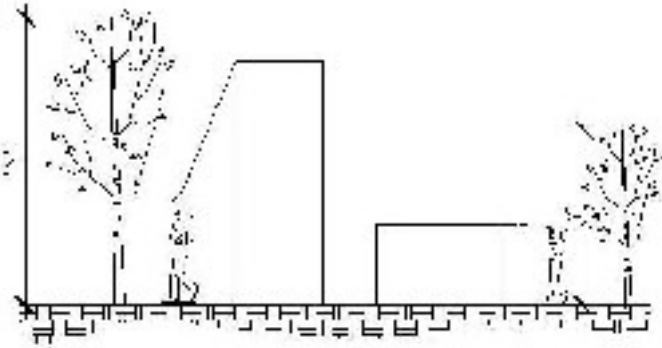


PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
<p>Cada una de los elementos que se considera que conformarán parte de un complejo arquitectónico organizado tendrá como prioridad el poder hacer un trabajo de manera ordenada, ya que así se podrá cumplir con una propuesta acorde con las necesidades exigidas.⁷⁶</p>	<p>ANALOGÍAS e utilizarán detalles de las viviendas de la comunidad para incorporarlos al diseño, no se imitara su diseño de planta, esto es importante recalcarlo, solo se tomarán detalles arquitectónicos que den unidad al conjunto.</p>	
	<p>SIMETRÍA concepto que crea una relación de estabilidad, aborda el empleo de unidades iguales a los lados de una recta alrededor de un punto o un objeto. Disposición equilibrada de elementos sobre uno o varios ejes.</p>	
	<p>JERARQUÍA definida desde el punto de vista arquitectónico como: "U na ordenación de E lementos según categorías determinadas por grados de importancia, respeto o un atributo común". De vital importancia dentro del proyecto ya que así también se definirá la ubicación de las partes que conformarán el diseño arquitectónico.</p>	

Gráficas elaboración Propia.



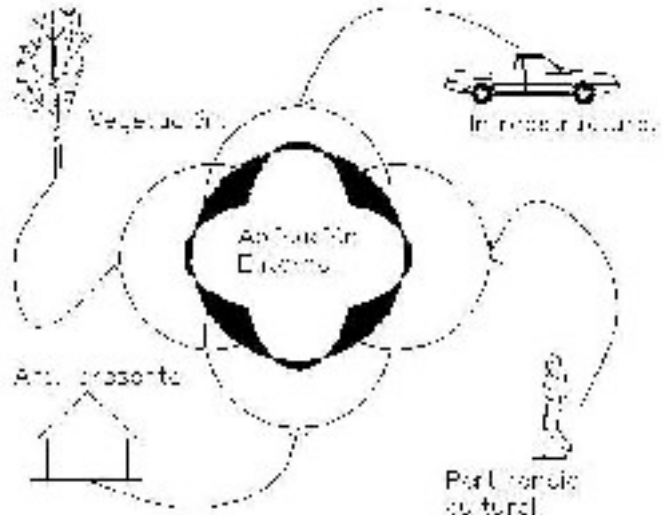


PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
<p>Cada una de los elementos que se considera que conformarán parte de un complejo arquitectónico organizado tendrá como prioridad él poder hacer un trabajo de manera ordenada, ya que de esta manera se podrá cumplir con una propuesta acorde con las necesidades exigidas.⁷⁷</p>	<p>DIMENSIÓN es la cualidad que tienen las partes del esqueleto de una forma—espacio de tener una medida; una dimensión física precisa que, a su vez, sirva de medida al todo.</p>	 <p>Relación que existe entre "A" y "B"</p>
	<p>FORMA Es el objeto primario identificable como un volumen. En sí mismo tiene características inherentes a su esencia; sin embargo, lo que interesa es la relación del hombre frente a la forma y sus mecanismos de percepción. Va muy ligado a la función ya que en secuencia de arquitectura están la función—forma—construcción.</p>	
	<p>ESCALA La escala arquitectónica es la relación dimensional de un espacio construido respecto de las medidas y proporciones del cuerpo humano. Estas relaciones de arquitectura—hombre están determinadas por las intenciones del proyectista, en función de la expresión que quiera dar a los espacios, a las formas y al manejo que dé al sistema de los elementos que determinan lo arquitectónico y sus cualidades visuales.</p>	

Graficas elaboración Propia.






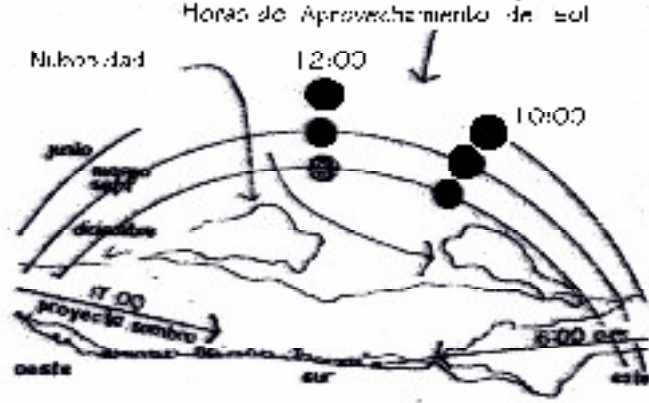
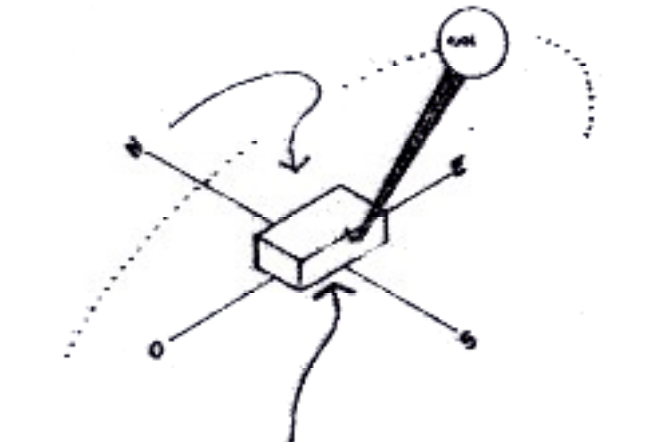
PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
<p>Cada una de los elementos que se considera que conformarán parte de un complejo arquitectónico organizado tendrá como prioridad el poder hacer un trabajo de manera ordenada, ya que de esta manera se podrá cumplir con una propuesta acorde con las necesidades exigidas.⁷⁸</p>	<p>FORMA La forma—espacio como unidad no se da aislada necesariamente al estar ubicada en un contexto definido, establece una relación que también requiere de un ordenamiento y una jerarquización de conjunto. Por tanto, se establece una configuración de espacio abierto y espacios cerrados, de formas que contienen espacios y los delimitan interiormente, o formas que al manifestarse al exterior modifican el entorno.</p>	
		<p>Grafica elaboración Propia.</p>

Premisas de diseño ambientales:

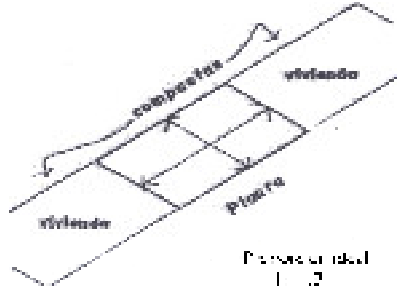

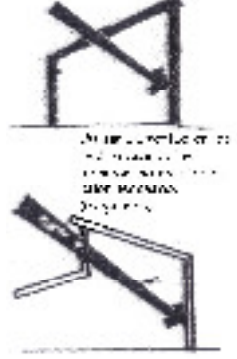


Se utilizarán para determinar las características del objeto arquitectónico, para lo cual se verán las condicionantes climáticas y físicas de la región 5 que forma el A Itiplano G uatemalteco, específicamente se analizará el D epartamento de Sololá, lugar donde se proyectará el proyecto arquitectónico. Se dará confort ambiental al proyecto utilizando el factor climático de la región reduciendo el uso de fuentes eléctricas o mecánicas para disminuir incomodidades dentro de los ambientes

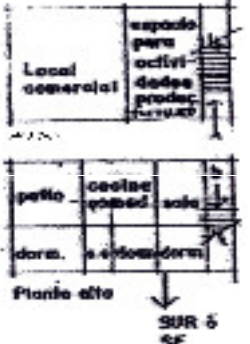
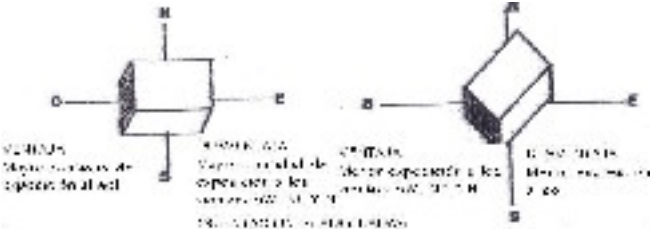
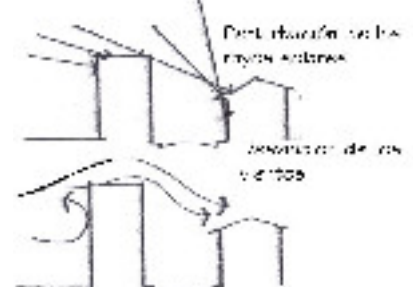
PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
<p>Fisiografía</p>	<p>En la parte Norte del departamento, su relieve es complejo y está formado por montañas, valles, planicies, terraza, barrancos y abismos. Los abanicos aluviales, playas, volcanes, pie de monte o boca costa caracterizan el área Sur del departamento. La Fisiografía se formó con la emergencia de la cadena volcánica a lo largo de fracturas geológicas paralelas que corren al Norte. Las deposiciones de materiales volcánicos cambiaron el relieve durante el cuaternario. Las formas actuales corresponden al modelaje que se ha venido experimentando por la influencia del clima, el agua, los suelos el tiempo. Según el mapa hipsométrico sus alturas van aproximadamente de los 1,000 a los 3,340 msnm.⁷⁹</p>	

PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
Fisiografía.	<p>Los aspectos urbanos como edificaciones, vegetación, orientación, asfalto, etc. Van a hacer que los espacios habitables sean más o menos eficientes; dependiendo de las interferencias en el recorrido del sol y los efectos en la reflexión del suelo o los movimientos del aire.</p> <p>En estas condicionantes. Por estar dadas arbitrariamente y con características distintas en el área urbana, pueden ser o no limitantes dependiendo del análisis del sitio que se realice.⁸⁰</p>	 <p>Horas de Aprovechamiento de sol</p> <p>Nubosidad</p> <p>12:00</p> <p>10:00</p> <p>Junio</p> <p>mayo</p> <p>sept</p> <p>dicembre</p> <p>17:00</p> <p>proyección sombra</p> <p>6:00 am</p> <p>oeste</p> <p>sur</p> <p>este</p>
Forma	<p>Lo importante en su consideración, es la entrada de la mayor cantidad de horas de sol posibles. Por el recorrido del sol, la forma debe extenderse sobre el eje E S T E - O E S T E , exponiendo su fachada sur hacia el recorrido de la mayor parte del año del sol.</p> <p>En los meses en los que el recorrido se dirija hacia el norte, los techos serán los que reciban la mayor cantidad de radiación.</p> <p>El alargamiento E S T E - O E S T E no implica llenar de ventanas la fachada sur, puesto que hay que considerar los vientos que se dirigen en esta dirección, estudiando el tamaño de los vanos. Además interiormente deben distribuirse los espacios hacia esta fachada que necesiten la mayor cantidad de incidencia solar.⁸¹</p>	 <p>sol</p> <p>0</p> <p>90</p> <p>180</p> <p>270</p>

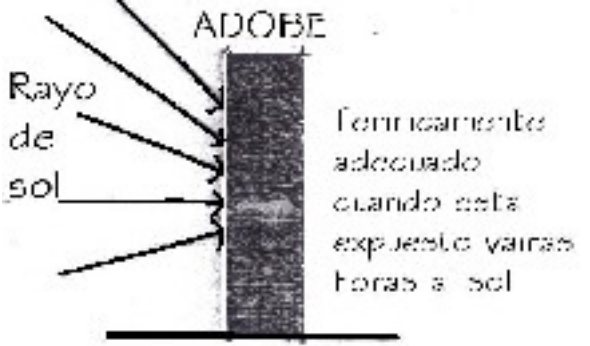
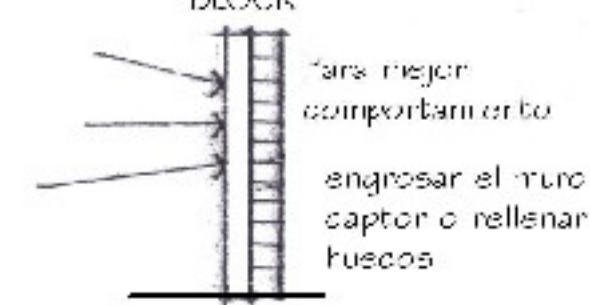
Gráficas elaboración Propia.

PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
Planta	<p>Las construcciones deben ser alargadas, en proporción 1:1.3, esto tomando en cuenta el viento y la humedad, dadas las condiciones climáticas; y en donde las viviendas deben de ser compactas, principalmente para protegerlas de los vientos fríos. Si se cuenta con áreas libres extensas, debe proveerse la protección contra los vientos, incluso de la vegetación u otros elementos arquitectónicos.⁸²</p>	 <p>Planta Proporción ideal 1:1.3</p>
Elevaciones	<p>Las fachadas o elevaciones intervienen de manera importante en la regulación de las entradas de los flujos de calor. En ellas, las ventanas permiten que la radiación penetre a los espacios interiores deseándose que en las horas de cielo despejado, la radiación abarque una buena parte del ambiente. Por lo mismo el tamaño de los vanos está en función de la cantidad de sol requerido y en el movimiento de las corrientes de aire. La fachada sur debe ser totalmente expuesta al sol, protegiéndola si fuera necesario- (estudio de sitio) - con voladizos en determinada época. La fachada norte debe ser protegida de los vientos nor.-este y norte principalmente.⁸³</p>	 <p>1200 (h-m) 1000 (h-m) Vista en el nivel del colchón e movimiento de aire</p>
Techos	<p>Si suponemos que existen limitantes en el área urbana en cuanto a forma y orientación, los techos van a intervenir de manera importante. Es posible mejorar los flujos de calor si se capta por el techo a través de claraboyas o tragaluces, sean estos en techos inclinados o planos aunque en estos últimos la radiación por ser mas fuerte, puede ser mejor aprovechada o causar problemas de confort, por lo que deben estudiarse estos orificios en los techos, tomando en cuenta las horas en que penetrará la radiación, el ambiente a calentar y las superficies de captación, sean estos pisos o muros internos.⁸⁴</p>	 <p>Algunas veces se puede utilizar claraboyas o tragaluces para captar radiación solar.</p>

Gráficas elaboración Propia.

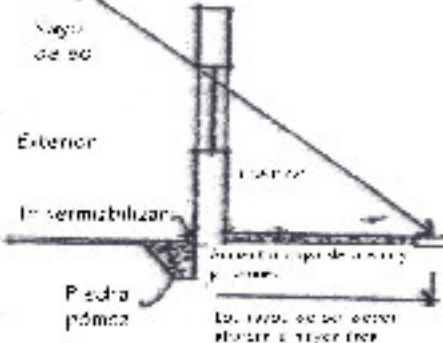
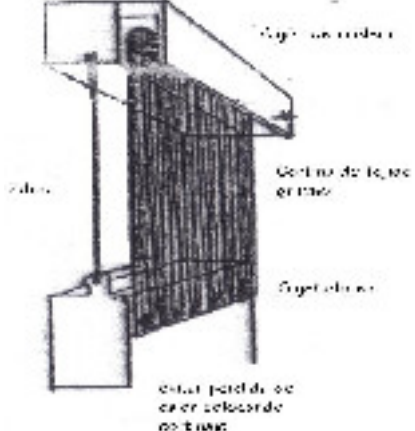
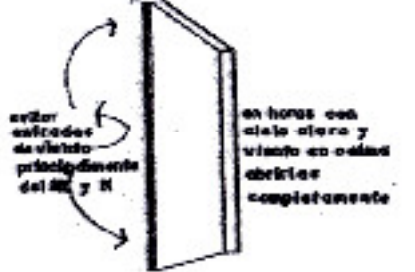
PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
Distribución	<p>Las consideraciones principales son: Ubicar los espacios que necesiten mayor cantidad de calefacción natural, hacia la fachada sur, los demás espacios con menos necesidades energéticas, pueden servir como espacios de protección contra el viento principalmente en época fría.⁸⁵</p>	
Orientación	<p>Como se menciona el inicio, la edificación debe orientarse sobre el eje E S T E - O E S T E , sin embargo, la dirección de los vientos predominantes del sur-este y nor-este le afectarían. Lo cual crea dos condiciones: en la primera las ventanas orientadas hacia el sur deben dejar pasar la radiación pero los vientos deben ser regulados con características particulares de las ventanas. La segunda es que hacia el norte es importante que se coloquen aberturas que permitan la ventilación, pero debe evitarse la entrada de corrientes frías. La protección de las ventanas en cuanto a sellamiento o movilidad es importante en los meses de noviembre, diciembre y enero en los cuales el viento frío penetra. En caso no fuera posible una orientación hacia el sur, la construcción puede ser orientada hacia el sur-este teniendo cuidado con los vientos en esa dirección.⁸⁶</p>	
Edificaciones Adyacentes	<p>Las edificaciones adyacentes, pueden crear condiciones de ventaja o desventaja, dependiendo de la influencia en cuanto a la perturbación de la radiación solar o la desviación de vientos.</p> <p>La evaluación del sitio debe especificar este tipo de condiciones para determinar las características de la construcción dentro de conjunto urbano.</p> <p>Los criterios sin embargo que deben existir son los de protección contra los vientos y la fuga de las ganancias de calor.</p>	

Gráficas elaboración Propia.

PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
<p>Elección de los Materiales</p>	<p>Es importante tomar en consideración de los materiales adecuados, aunque deben de tomarse en cuenta los mas utilizados en el área. Lo fundamental es por lo tanto, mejorar las condiciones de los materiales existentes, en cuanto a que estos obtengan rendimientos aceptables de pérdida y ganancia de calor. Esto, exige experimentar a través de la práctica los sistemas adecuados bajo las condiciones exigentes en el lugar.</p> <p>De los materiales los mas utilizados son:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) En muros: adobe, block, ladrillo y madera. b) En Techos: teja de barro, lamina de zinc y losa de concreto. c) En pisos: cemento liquido, torta de concreto, granito, piso cerámico y baldosa 	 <p>ADOBE</p> <p>Rayo de sol</p> <p>Fenómeno adecuado cuando está expuesto varias horas al sol</p>
<p>En muros</p>	<p>De las características térmicas estudiadas, el adobe presenta una transmisión térmica aproximada de 7 a 8 horas para un muro de 0.26cms. De espesor y con una exposición al sol no menor de 4 horas, este retardo de transmisión puede ser una ventaja si el material no deja escapar el calor cuando no hay exposición solar lo cual, puede ser una condicionante para utilizarlo en las construcciones.</p> <p>El block por el contrario, con el mismo tiempo de exposición, el tiempo de transmisión es de 4 horas esto hace suponer dos situaciones: aumentar la masa térmica - es decir el grosor - solamente en el muro de captación de la energía solar; esto para retardar la transmisión térmica que es lo que se desea; siempre y cuando este calor sea conservado y lo deje escapar al final de la tarde y noche. La segunda es, llenar los vacíos existentes en el block de modo que esto aumente su absorción.</p> <p>El ladrillo, tiene un comportamiento de transmisión similar al block, con la diferencia de que retiene por más tiempo el calor antes de ser devuelto al exterior. Por lo mismo, en estos muros lo más importante es permitir la mayor cantidad de soleamiento.⁸⁷</p>	 <p>BLOCK</p> <p>Para mejor comportamiento engrosar el muro captador o rellenar huecos</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; color: red;">Graficas elaboración Propia.</p>

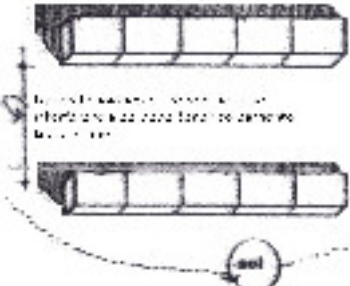

PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
<p>En muros</p>	<p>La Madera, su transmisión térmica es muy rápida con menos de 2 horas en una pared de doble forro. Lo importante en estos muros es que crean por si mismos un ambiente confortable, utilizar un material que ayude a conservar el calor que podría ser el adobe, el ladrillo o experimentar con otros materiales como piedra pómez.</p> <p>En conclusión, para el diseño de los muros debe pensarse en la eficiencia en cuanto a la ganancia y pérdida de calor.</p> <p>Esto sólo será posible en la medida en que se experimente con ellos; Aunque existen tablas donde se habla de propiedades físicas, conductividad, factor de resistencia, etc. De materiales diversos, estos solo deben ser comparativos puesto que en áreas ya definidas la variabilidad del clima son determinantes en su uso por lo que solo en la practica ira respondiendo a sistemas y adecuaciones.⁸⁸</p>	
<p>En techos</p>	<p>La teja de barro, el comportamiento térmico es aceptable; sin embargo en climas como el del valle que mantiene una alta humedad, las tejas lo absorben. Esto podría evitarse con la aplicación de pintura y barniz como impermeabilizantes. El cielo falso, usado en las construcciones no permite que la humedad absorbida penetre completamente.</p> <p>La Lámina de Zinc, experimenta un comportamiento térmico similar al cabello, que alcanza a sobrecalentarse cuando esta expuesto al sol y a sobre enfriarse cuando no lo esta. Aunque es el material más económico, los problemas son ocasionados por los cambios térmicos violentos que experimenta. Estos cambios pueden aminorarse con el uso de cielos falsos, cuyo diseño debe permitir atrapar el calor por un buen tiempo y devolverlo al interior de la construcción.</p> <p>La losa de concreto, permite también sobrecalentamiento dentro de los ambientes, aunque la transmisión térmica sea más lenta que la lámina de zinc. El comportamiento térmico permite observar cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche. Las consideraciones son en cuanto a la aplicación de una capa mayor de piedra pómez en la parte externa con repello y si es posible pintado con color neutro.</p>	

Graficas elaboración Propia.

PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
En pisos	<p>Exteriormente estos deben ser impermeabilizados para evitar infiltraciones (época lluviosa) a la vivienda y que penetre a ella por capilaridad.</p> <p>Los pisos internos deben ser provistos con una capa gruesa de material selecto, para absorber la humedad existente.</p> <p>Le ayudarán las exposiciones a los rayos solares que deben llegar –si es posible- abarcando todo el ambiente.</p>	 <p>Diagrama que muestra un detalle de un piso exterior. Se indica la 'Impermeabilizar' y una 'Capa gruesa de material selecto'. Una 'Piedra pómez' se muestra en la base. Una línea diagonal indica la 'Luz solar' que incide sobre la superficie. El texto 'Los rayos de sol deben abarcar todo el ambiente' está escrito en la parte inferior derecha del diagrama.</p>
Ventanas	<p>Elemento que tiene mucha importancia y funcionamiento ya que se utiliza para ventilar e iluminar los ambientes, dando un balance de calos a la construcción. Con la orientación indicada, el tamaño dependerá del grado de adecuación buscada y de la persona que habite el espacio. Sin embargo se ha considerado en proporción de alto y ancho de muros, una dimensión entre 0.90 mts. De ancho y 1.20 mts. De altura, lo cual no es una condicionante propiamente. En el acristalamiento, debe proveerse ventilación natural. Las pérdidas de calor serán minoradas con el uso de gruesas cortinas o en el mejor de los casos puertas de madera como complemento.)</p>	 <p>Diagrama que muestra un detalle de una ventana. Se indica la 'Cortina de tela gruesa' y el 'Vidrio'. El texto 'Evitar pérdidas de calor colocando cortinas' está escrito en la parte inferior del diagrama.</p>
Puertas	<p>Su importancia está en cuanto a ubicarlas en la orientación correcta que eviten la entrada de corrientes frías de aire y enfriar los ambientes las dimensiones de ancho no deben de exceder los 0.90mts.</p>	 <p>Diagrama que muestra un detalle de una puerta. Se indica la 'Puerta' y el texto 'Evitar entradas de viento principalmente del N y N' con flechas que muestran la dirección del viento. El texto 'en horas de calor abra y vista en horas abríala completamente' está escrito en la parte inferior derecha del diagrama.</p>

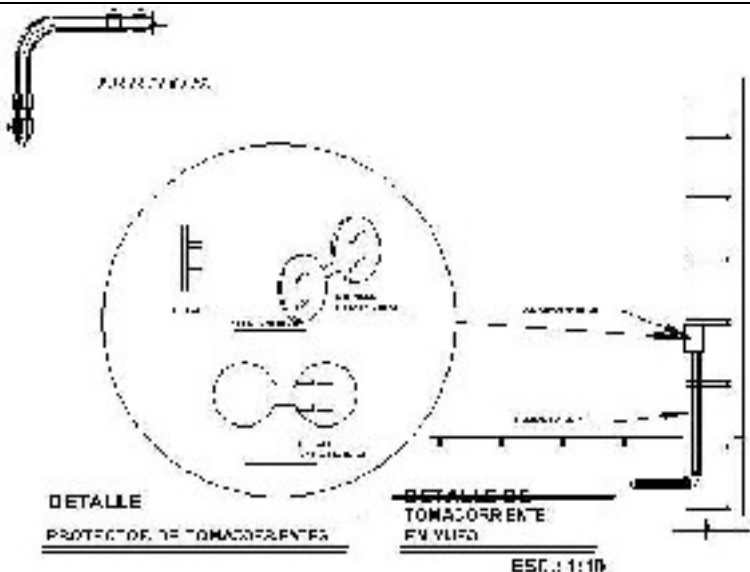
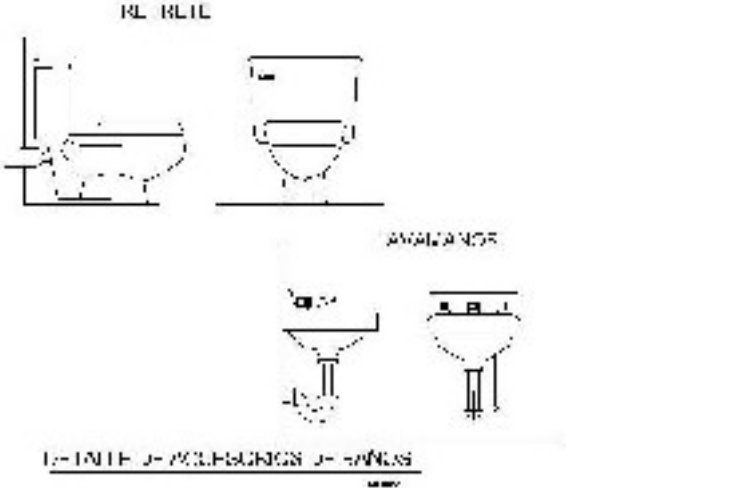
Gráficas elaboración Propia.



PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
Diseño en el área urbana	Dada la necesidad de soleamiento de las viviendas, la disposición de las mismas debe permitir grandes espacios soleados. Si los espacios son insuficientes para la penetración del sol, debe de diseñarse en función de techos.	 <p>The diagram illustrates the arrangement of houses in an urban area to maximize solar exposure. It shows two rows of rectangular buildings. A curved line representing the sun's path is shown above the buildings, with a circle labeled 'sol' at its peak. The text above the diagram reads: 'En un caso de viviendas con techos inclinados, se debe considerar la inclinación de los techos para permitir la penetración del sol.' This indicates that the design should take into account the roof pitch to allow sunlight to penetrate the spaces between the buildings.</p>
Vegetación	La vegetación debe formar parte del proceso de diseño bioclimático. Interviniendo con otros elementos urbanos, la vegetación define, limita, ventila, protege, etc. Áreas de exteriores e interiores así como el conjunto urbano. La importancia básica en el bioclimatismo para las construcciones del valle, es la protección contra los vientos principalmente en la época seca fría.	 <p>The illustration shows a house with a gabled roof, surrounded by trees and a person standing nearby. This represents the integration of vegetation into the bioclimatic design process, which helps in defining, limiting, ventilating, and protecting outdoor and indoor spaces, as well as the entire urban environment.</p>

Gráficas elaboración Propia.



PREMISA	DESCRIPCIÓN	GRAFICACIÓN
<p>Premisas tecnológicas constructivas para instalaciones</p> <p>El diseño de las instalaciones está determinado por los recursos disponibles, los recursos humanos para operación y mantenimiento, los recursos técnicos disponibles.</p>	<p>El manejo de las líneas de conducción ya sea eléctrico y/ o de agua potable o drenajes, por ningún motivo se deben instalar sin entubar.</p>	
<p>Accesorios y utilidad</p>	<p>La tubería para estas instalaciones debe ser de tubo p.v.c. y también pueden ser de concreto.</p>	

Gráficas elaboración Propia.



Díagramación



Modulación De Vivienda



Vivienda 1





Capítulo IV





CONCLUSIONES

- La carencia de refugios en los países subdesarrollados no son un asunto fácil de resolver. Las tecnologías y los materiales convencionales están lejos de ser la respuesta para los segmentos más pobres de la sociedad, que por encima de todo, están sumamente preocupados y tiene que luchar por su pan de cada día (o tortilla). Está claro que la respuesta tiene que ver con un enfoque integral tecnológico y político radicalmente diferente. La auto-construcción con arcilla ha demostrado ser la respuesta más apropiada en varios países de América Latina, África y Asia quizás, la única vía posible mediante la cual la gente pobre puede adquirir una casa digna.
- El presente documento permite visualizar que es posible la realización de las viviendas ya que está dentro de un presupuesto con visión social para la comunidad.
- El diseño que se propone es bastante innovador pero a su vez se integra a los cánones arquitectónicos que predomina en el municipio
- La solución arquitectónica está basada en base a los lineamientos arquitectónicos como los son la ergonometría, antropometría, funcionalidad, confort y economía, esta última es la que en nuestro país es una condicionante muy fuerte.
- Los ensayos de suelo fueron realizados conforme las normas pertinentes y con el soporte de el jefe de la sección de suelos y laboratoristas que laboran en la mencionada sección por lo cual los resultados son fidedignos y avalados por el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.
- El acabado de los muros es totalmente fino y eso es una de las cosas que se quiere, pues se sabe que en las juntas del adobe se posiciona la chinche picuda la cual es la que infecta a los moradores con la enfermedad de “CHAGAS”



RECOMENDACIONES:

- Se necesita seguir desarrollando este tipo de proyectos pues es una de las soluciones viables para las comunidades de escasos recursos de los departamentos de Guatemala.
- Ya que es un proyecto económicamente viable es necesario que la municipalidad gestione la ayuda de Cooperación Española para la materialización de este documento.
- Es necesario que a la hora de la construcción de las viviendas se respete el diseño para permitir la integración adecuada con el entorno así como también permitirá respetar los parámetros de ergonometría y antropometría.
- No se debe cambiar ningún ambiente por otro para no atrofiar el sentido de vivienda arquitectónica funcional.
- Para las dosificaciones y proporciones se respetarán las expuestas en el presente documento, pues tiene base sólida en cuanto a su veracidad y esto generará un resultado óptimo.
- No se debe tamizar el material con una malla superior a la de 1/ 8" pues lo que se persigue es que el acabado sea lo mas compacto posible (liso)





3. A PORTE:

Introducción:

Guatemala, fue afectada por el terremoto del 4 de febrero de 1976. Según estudios presentados por varios geólogos, el sismo fue causado por un deslizamiento de la falla del Motagua y que corre paralela al río de su mismo nombre, o sea, entre la capital de Guatemala y Puerto Barrios. Este deslizamiento provocó la activación de otras fallas en la región occidental del país, dando margen a la destrucción de la región central del mismo. En el proceso de la reconstrucción se le atribuyó la magnitud de la catástrofe por técnicos nacionales y extranjeros al adobe. A partir del terremoto era inaudito pensar en construir con el adobe por su ineficiencia para soportar otro terremoto. Los organismos no gubernamentales, extranjeros y las instituciones estatales del país pensaron inmediatamente en que la reconstrucción debería de hacerse con cualquier otro material menos el empleo de la tierra cruda. En efecto, se levantaron poblaciones con bloque de cemento, hierro, madera, etc., pero los costos fueron sumamente más elevados que la disponibilidad que tenía la población para hacer una vivienda segura.

A nivel de investigación, los proyectos experimentales con tecnología apropiada que se han destacado por nuevos aportes en sistemas constructivos son los prototipos construidos en San Lucas Tolimán por CEMAT y la Universidad Francisco Marroquín, con innovaciones presentadas en base al bajareque, el Centro Comunal construido por CIFA de la Facultad de Arquitectura Universidad de San Carlos, basado en los principios constructivos de el Calicanto y por último el proyecto experimental de ferrocemento, para asentamientos marginales de las áreas urbanas, efectuado por el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Cada proyecto tiene sus propias características, pues las ventajas a obtener de ellos se adecuaron a las circunstancias de cada programa de donde se aplicó.

En Guatemala como en algunos países del mundo se sigue construyendo viviendas de Adobe, existen razones sociales, culturales, económicas y climáticas que explican la continuidad de esta tradición constructiva de Arquitectura Vernácula. El presente documento a sido elaborado con el objeto de guiar a las familias de la colonia Romec de cómo poder construir sus vivienda a base de bloc de adobe, esta técnica se le conoce como una: "tecnología alternativa". al emplear este tipo de bloc de adobe se esta presentando una novedad en la construcción de vivienda popular, este tipo de viviendas construidas resultan mucho mas baratas que las construidas con bloc comercial, en este caso lo beneficiarios serán los constructores de sus viviendas los cuales se organizaran por familias. El diseño y el material a utilizar tiene un interés social, bajo costo y que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso de las mismas. Se tomaron en cuenta las normas de construcción internacionales (reglamento nacional de construcción con adobe, Lima, Perú). La clasificación de suelo y estabilización del mismo para la fabricación de los bloc de adobes se realizaron por medio de ensayos en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (sección de Suelos) Universidad de san Carlos de Guatemala.

➤ Ver manual adjunto en anexos

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.