

Manual de Arquitectura Sostenible y Resiliente ante El Cambio Climático



Gobierno de Puebla
Hacer historia. Hacer futuro.



Secretaría de
Medio Ambiente,
Desarrollo Sustentable,
Ordenamiento Territorial
Gobierno de Puebla



La elaboración de esta publicación fue posible gracias a:



Gobierno de Puebla

Hacer historia. Hacer futuro.

Gobierno del Estado de Puebla

Luis Miguel G. Barbosa Huerta

Gobernador Constitucional del Estado de Puebla



Puebla
2019 - 2024



Secretaría de
Medio Ambiente,
Desarrollo Sustentable y
Ordenamiento Territorial
Gobierno de Puebla

Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial

Beatriz Manrique Guevara

Secretaría De Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial

Santiago Creuheras Díaz

Subsecretario de Gestión Ambiental y Sustentabilidad Energética

Jorge Luis Zenil Alva

Director de Gestión de Cambio Climático, Ciudades Inteligentes y Transición Energética

Angélica Gutiérrez del Valle.

Jefa de Departamento de Cambio Climático y Ciudades Inteligentes

Daniela Guadalupe Soberanis Acosta.

Jefa de Departamento de Sustentabilidad Energética

Maritza García Gamboa.

Analista de Cambio Climático y Ciudades Inteligentes

Sandra Enith Álvarez Espinosa.

Analista de Sustentabilidad Energética

Jair Reséndiz Pérez.

Analista de Gestión de Cambio Climático, Ciudades Inteligentes y Transición Energética

Esta publicación puede ser utilizada con fines de orientación, educativos e informativos, siempre que se cite la fuente y no se comercialicen sus contenidos. Impreso en Puebla, Año 2022.

Elaboración

María de la Cruz Martínez Portugal

Desarrollo y Diseño

José Roberto Suriano Chacón



TE DAMOS LA BIENVENIDA A ESTE MANUAL

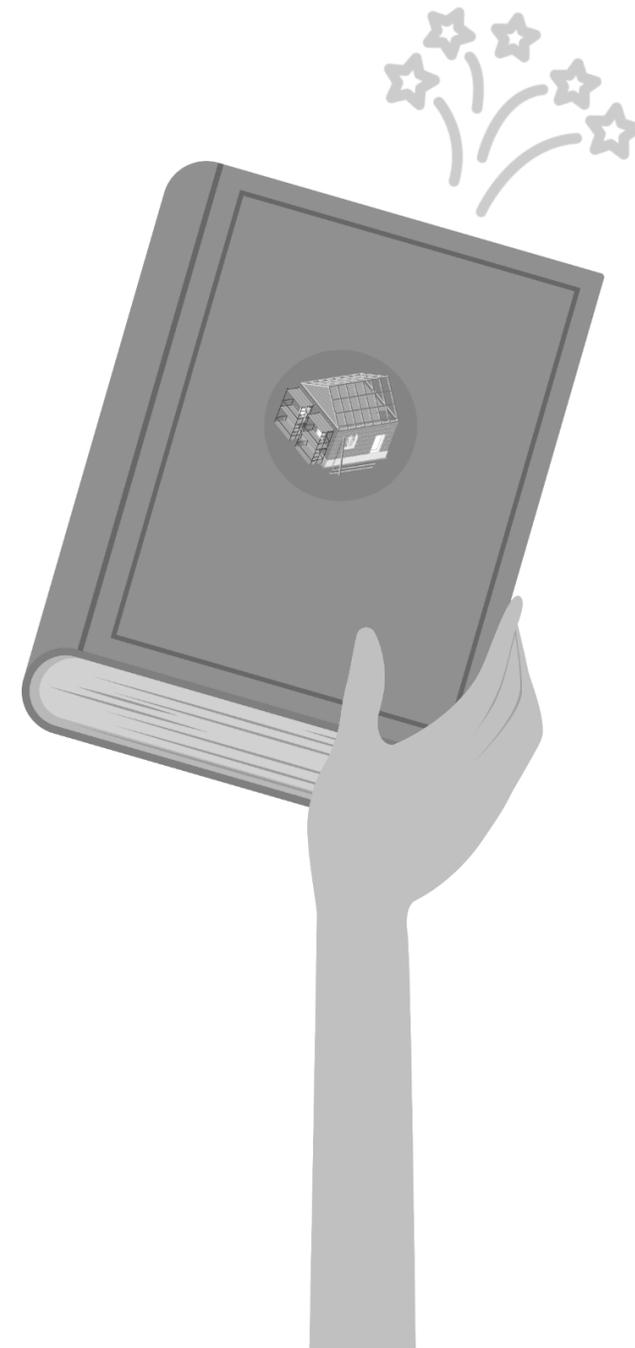
Este manual está dirigido a las personas que viven en entornos suburbanos y rurales y desean construir, ampliar o mejorar su casa con base en la arquitectura sostenible local para el Estado de Puebla.

Puedes utilizarlo como guía para lograr una vivienda más fresca y segura, y, además, para ahorrar agua, electricidad y gas.

Este manual considera las condiciones climáticas del Estado de Puebla.

No es obligatorio que apliques todas las recomendaciones, pero entre más de ellas consideres, tendrás más ahorros a largo plazo, y lo más importante un mejor mundo para ti y los demás.

El objetivo de este manual es que sirva de herramienta para que las personas al construir sus viviendas puedan tener mayor comodidad y seguridad, además de considerar el clima, ya que, dependiendo de este factor se retomarán aspectos como la orientación de la vivienda dentro del espacio aprovechando los recursos naturales locales disponibles.





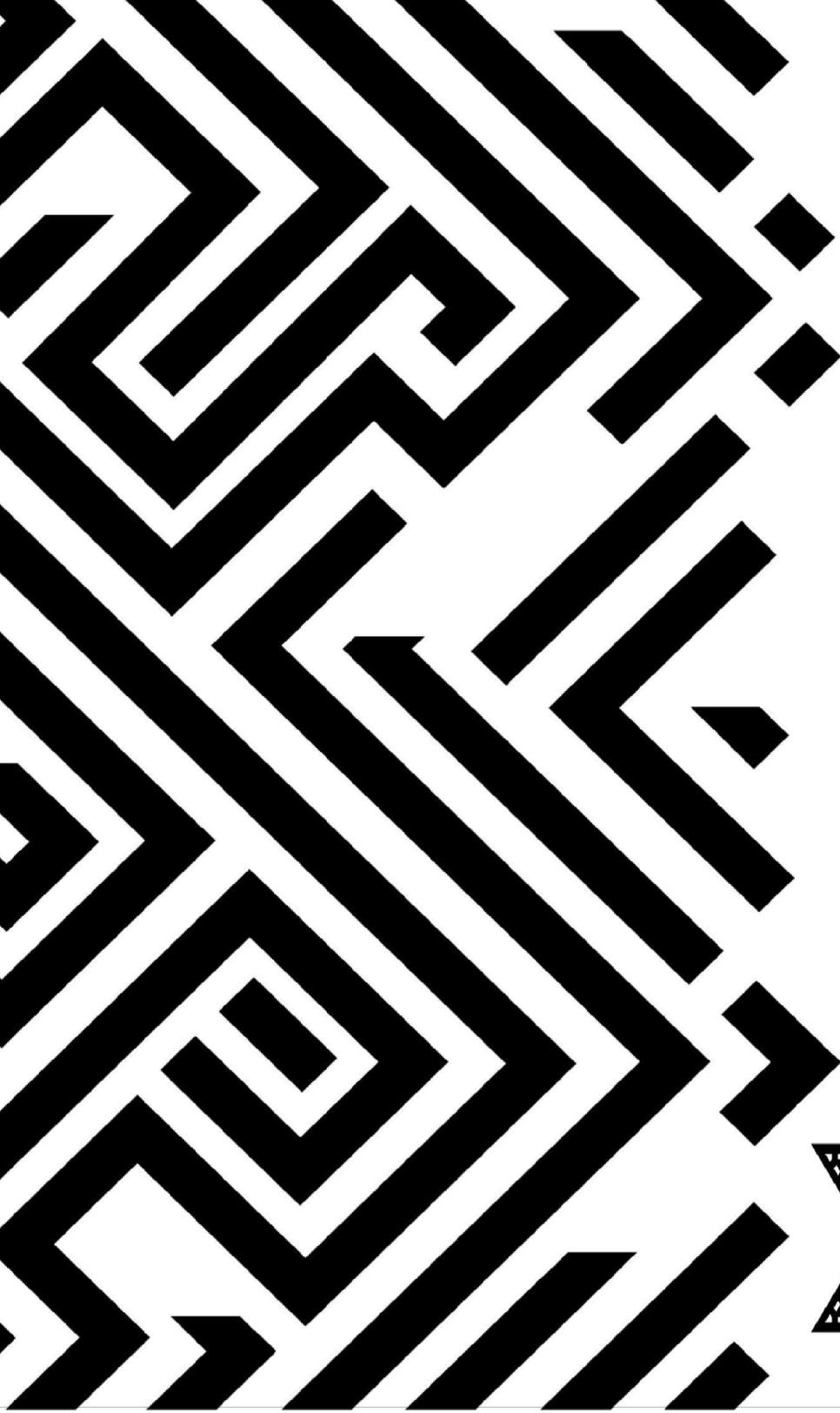
Contenido

1. Presentación	15
1.1 Introducción	15
1.2 Justificación	15
1.3 Fundamento jurídico	15
1.4 Objetivo	16
2. Antecedentes	19
3. Descripción de tipos de construcción sostenible y asequible	23
4. Beneficios de la Arquitectura Sostenible	27
5. Ventajas ambientales y sociales de los materiales	31
Análisis del costo beneficio del adobe y superadobe como material constructivo	34
Análisis del costo beneficio de la madera como material constructivo	35
Análisis del costo beneficio del bambú como material constructivo	36
6. Criterios y caracterización de los insumos para elaborar bioconstrucciones	43
Adobe	43
Proceso del ciclo de producción.....	46
Proceso de mezclado.....	47
Preparación para el área de secado	48
Moldeo y desmoldeo	49
Proceso de moldeo y desmoldeo.....	49
Recomendaciones en el proceso del moldeo y desmoldeo.....	50
Recomendaciones para el almacenamiento	51

Recomendaciones para el transporte.....	52
Recomendaciones para el control de calidad de los adobes	53
Metodología y proceso para su elaboración e implementaciones del superadobe.....	55
Proceso de transformación de la madera para su uso en la construcción.....	56
El corte.....	56
El secado y preservación.....	56
Conservación de la madera	57
Metodología y proceso para el uso sustentable del bambú	57
Proceso de preparación de las cañas / bambú	58
El corte.....	58
El secado.....	58
Preservación.....	59
Agentes de deterioro	59
7. Construye paso a paso tu vivienda sostenible.....	63
Proceso del diseño de la vivienda sostenible	64
Recomendaciones previas para la selección del terreno para construir	65
Recomendaciones previas para la orientación de la vivienda	66
Recomendaciones previas para mejorar el confort de la vivienda a construir	67
Limpieza de terreno.....	68
Trazado y replanteo.....	68
Cimentaciones.....	69
Sobrecimientos y cimientos.....	70
Muros.....	71
Refuerzos.....	75
Vigas de cerramiento.....	76
Acabado en el muro.....	78
Techo	80
Acabados de la cubierta.....	83
Instalación de la teja de barro	84
Instalación del cielo raso del techo interior.....	84
Pisos.....	86
Puertas y ventanas	88
Instalación de la pérgola de bambú en la fachada principal.....	89



8. Recomendaciones de uso en las regiones del Estado.....	93
Recomendaciones para la ubicación de los paneles fotovoltaicos, calentador solar y eólico.....	95
Recomendaciones espaciales dentro del hogar.....	96
Recomendaciones fuera del hogar.....	97
Elección de electrodomésticos para el ahorro de energía eléctrica.....	98
Eficiencia energética lumínica.....	100
Recomendaciones para el aprovechamiento del consumo de agua en la vivienda.....	101
Recomendaciones para el tratamiento de agua en la vivienda.....	102
9. La infraestructura verde para afrontar el Cambio Climático.....	107
Bibliografía.....	109
Glosario.....	113
Anexos.....	117



Presentación
Introducción, justificación,
fundamento jurídico y objetivo



1. Presentación

Tienes en tus manos el tercero de los cinco Manuales de Adaptación al Cambio Climático que el Estado de Puebla a través de la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial (SMADSOT) ha desarrollado para ayudar a los poblanos ante este nuevo escenario del clima. Ante los retos del cambio climático, el sector de la vivienda juega un papel fundamental. Mucha de la demanda de vivienda de interés social del país ha sido cubierta gracias a los grandes desarrollos habitacionales, éstos se han multiplicado sin consideración al medio ambiente, carentes de un estudio riguroso del sitio y del clima local, así como de las necesidades y cultura de sus habitantes.

1.1 Introducción

Según la Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el cambio climático se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. El cambio climático es un fenómeno atribuible a la actividad humana y que corresponde a cambios atípicos en el clima.

1.2 Justificación

Este manual busca generar una reflexión sobre este tema y generar un cambio de conciencia en torno a la forma de diseñar vivienda en México que conduzca a nuevas acciones en la materia. Llevando a cabo una correcta planeación urbana y regional a través de viviendas sostenibles, considerando el medio ambiente, el clima y las condiciones del lugar, el contexto histórico y cultural y procurando el confort, la salud y la economía de los habitantes, podemos crear viviendas adaptadas a las condiciones y riesgos del clima local. Gran parte de los efectos del cambio climático pueden ser minimizados mediante el uso de soluciones pasivas y tecnológicas, tal como la arquitectura responsable expresada en esta guía metodológica.

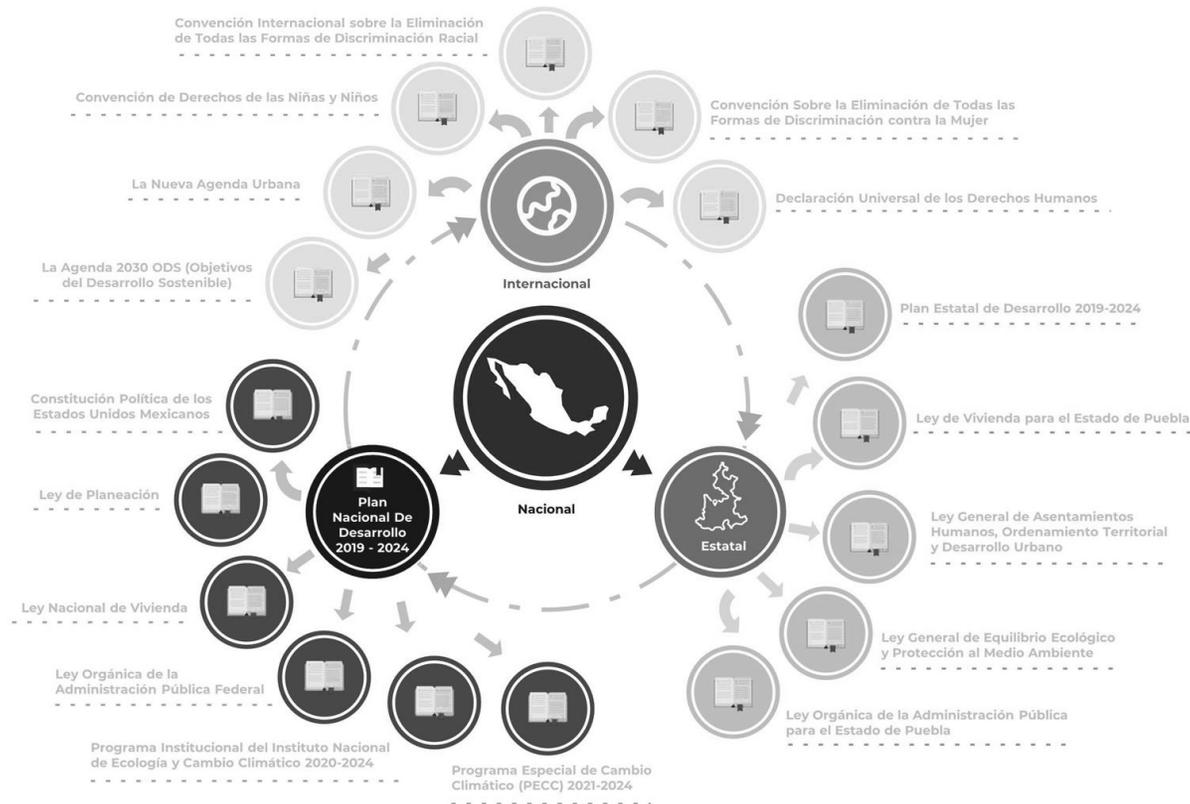
1.3 Fundamento jurídico

El Gobierno de México impulsa una política de vivienda que tiene como objetivo atender las funciones relativas a promover, respetar, proteger y garantizar el derecho de todos los mexicanos a una vivienda adecuada, a través de mecanismos financieros apropiados para el desarrollo de programas de vivienda social, centrándose en las familias que viven en condiciones de riesgo y en



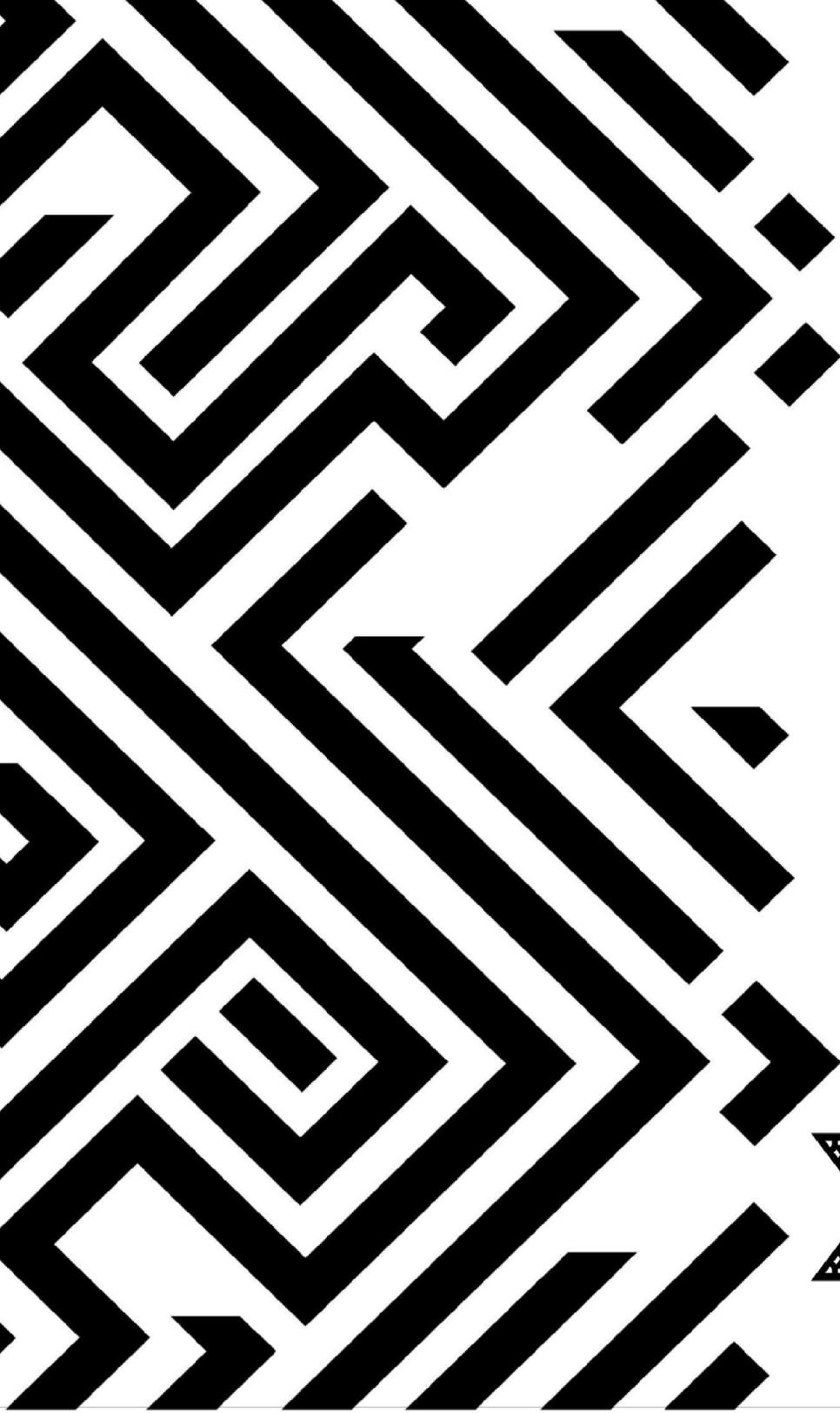


los grupos vulnerables. A continuación, se enlista la alineación a objetivos nacionales y sectoriales de Planeación (Internacionales, Nacionales y Estatales).



1.4 Objetivo

El objetivo de este manual es que sirva de herramienta para que las personas al construir sus viviendas puedan tener mayor comodidad y seguridad, además de considerar el clima, ya que, dependiendo de este factor se retoman aspectos como la orientación de la vivienda dentro del espacio aprovechando los recursos naturales locales disponibles.



Antecedentes

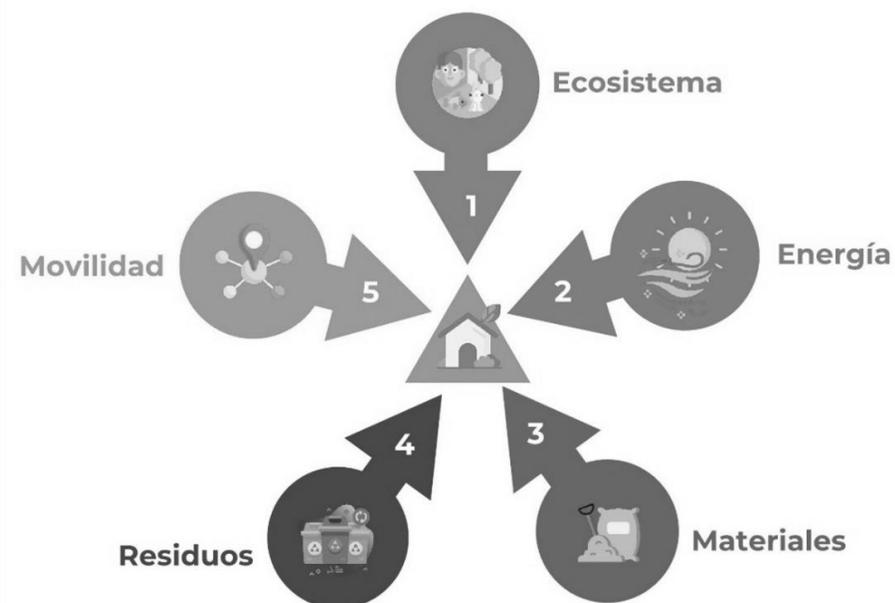


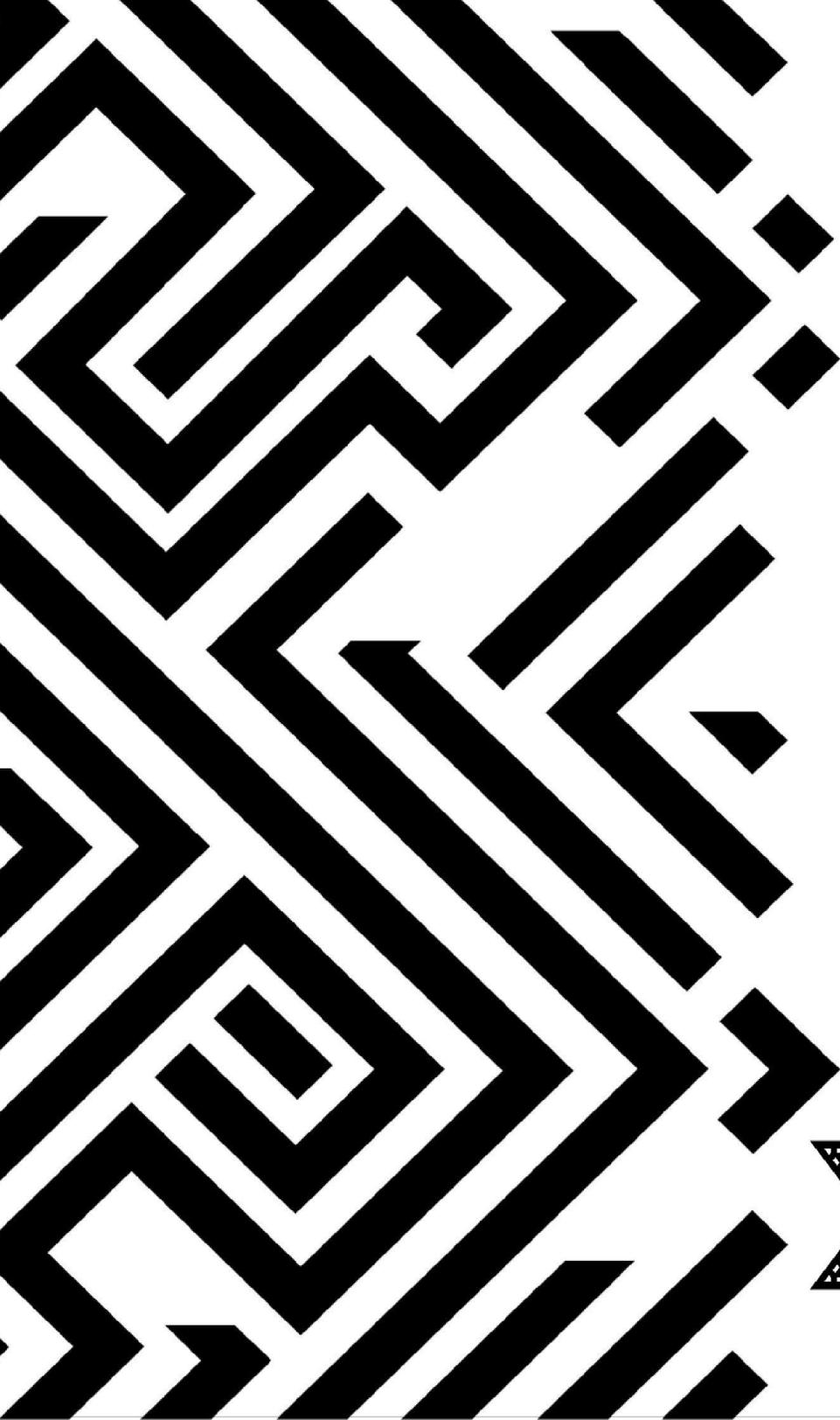
2. Antecedentes

La arquitectura sostenible es la aplicación de los principios del desarrollo sustentable al diseño, construcción y funcionamiento de edificaciones. Con la finalidad de lograr la sostenibilidad se consideran cinco factores; 1. Ecosistema, 2. Energía, 3. Materiales, 4. Residuos, y 5. Movilidad.

Busca lograr la economía de los recursos y concebir el diseño en función del usuario por cuando se toman en cuenta estos factores y principios, se consigue una mayor eficiencia energética en todo el ciclo de vida de la construcción. Esta eficiencia se logra a nivel del diseño, construcción, ocupación y funcionamiento.

En este sentido se promueve el uso de sistemas de energías limpias como la solar, la eólica, la geotérmica y la hidroeléctrica. Asimismo, se busca alcanzar un uso eficiente del agua, empleando el agua de lluvia y reciclando las aguas grises. Otro aspecto importante es el manejo de los desechos fundamentado en la regla de las tres R de la ecología (reducción, reutilización y reciclaje).





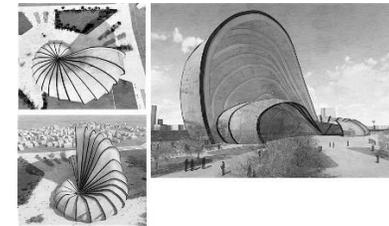
Descripción de tipos de
construcción sostenible



3. Descripción de tipos de construcción sostenible y asequible

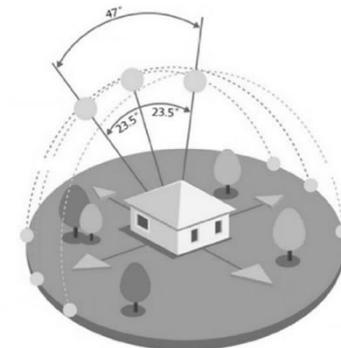
Arquitectura biomimética

Este método de arquitectura se inspira en la naturaleza y busca imitar el funcionamiento de los sistemas vivos. La inspiración puede llegar de los mismos animales, de los refugios que construyen, los bosques o el entorno propio donde se vaya a construir. Al imitar la naturaleza, su principal ventaja es la eficiencia energética.



Arquitectura bioclimática

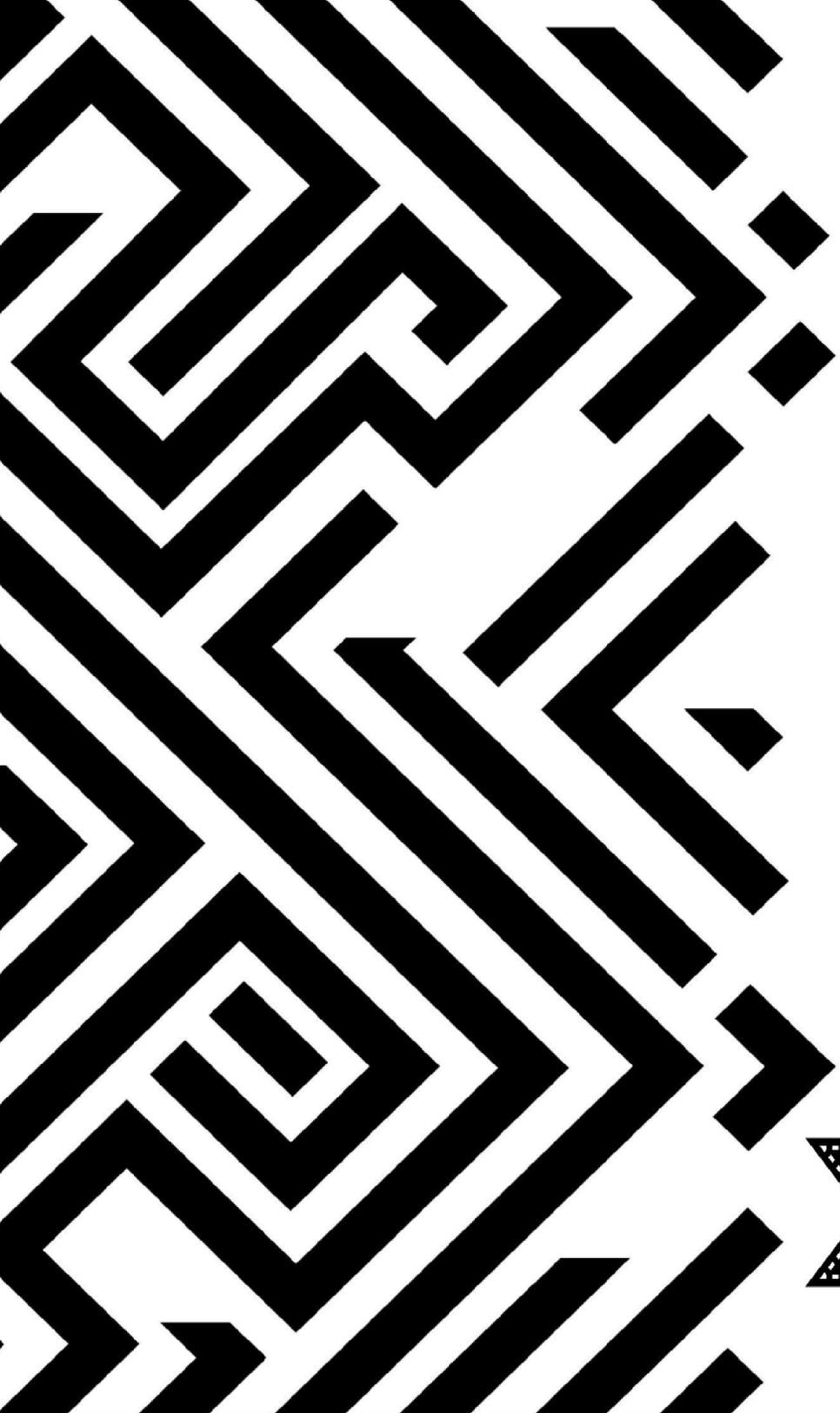
Las construcciones bioclimáticas buscan aprovechar al máximo las condiciones climáticas del lugar donde están ubicadas para generar confort interior. Un ejemplo simple es la orientación de la casa que influye en la cantidad de sol que entra en el verano y en invierno. Se centra en el diseño y construcción tomando en cuenta las condiciones climáticas de la región o país en que se está construyendo, y se enfoca, además, en el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles (sol, vegetación, lluvia, viento) para disminuir en lo posible el impacto ambiental generado por la construcción y el consumo de energía.



Bioconstrucción

Busca integrar la vivienda lo máximo posible con su entorno. Tiene como principios fundamentales el estudio previo del entorno natural para lograr minimizar el impacto ambiental en la zona, además empleo de energías renovables y materiales autóctonos y de bajo contenido energético en sus estructuras. Es fundamental que los materiales sean naturales, reciclables y reutilizables para que así la huella de carbono sea prácticamente nula.





**Beneficios de la
Arquitectura sostenible**



4. Beneficios de la Arquitectura Sostenible

Estabilidad social



Los proyectos se realizan de forma global tomando en cuenta las necesidades de la mayoría de la población y no solo de sectores aislados, además del fomento en el uso de materiales fabricados dentro de la misma localidad en la que se trabaja.

Control económico

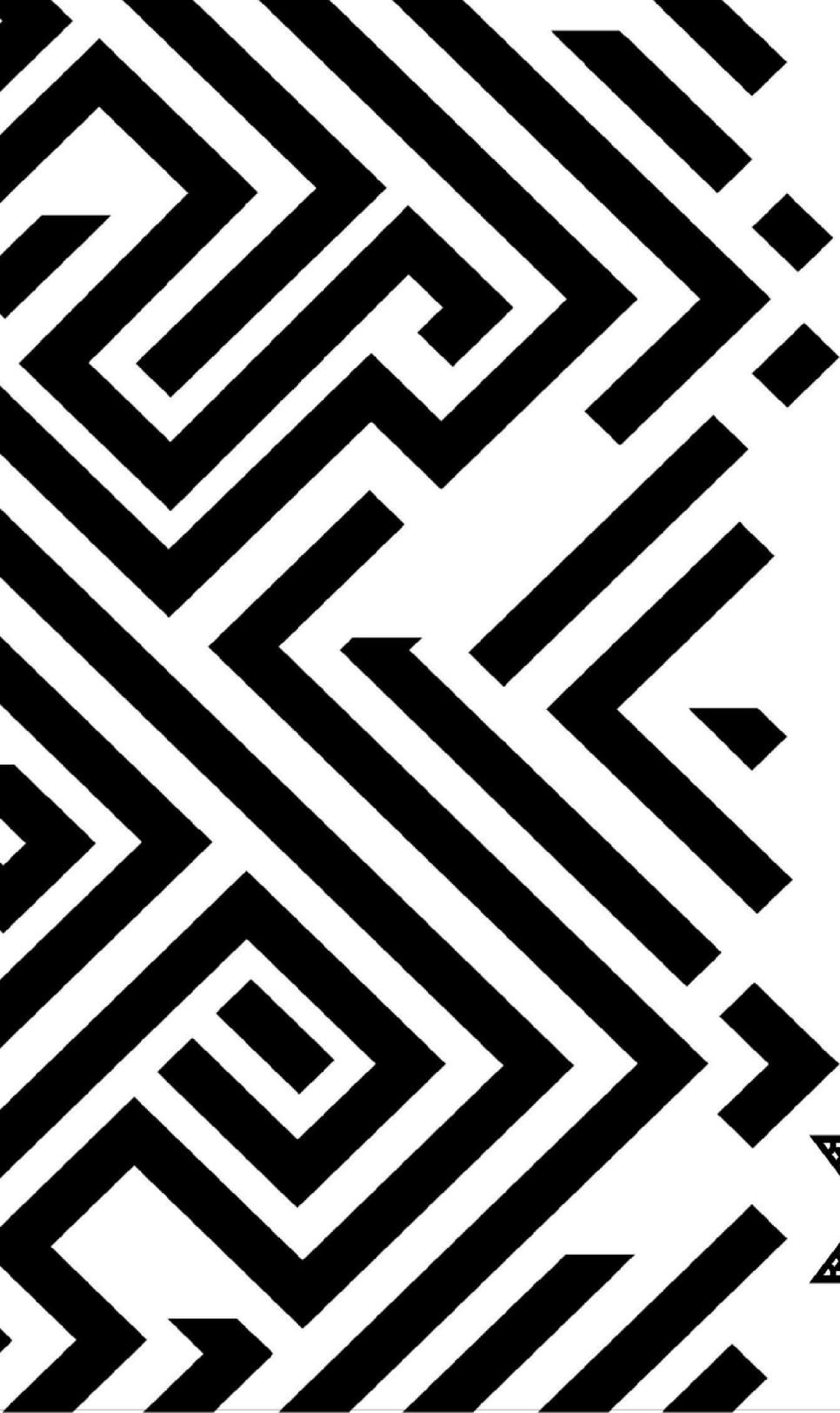


La economía y la arquitectura sostenible se relacionan mediante los sistemas de construcción y el tipo de materiales que se utilizan, que por lo regular son reciclables o poco dañinos para el medio ambiente. Además, reducen los costos energéticos y evitan los gastos desmedidos en todas las áreas.

Cuidado ambiental



Este es el factor que más resalta en la arquitectura sostenible, ya que se basa en la máxima reducción del deterioro al medio ambiente, reduciendo en gran medida la contaminación y haciendo uso de las energías renovables volviéndose parte de la vida diaria de las personas. De esta forma, la población que habita este tipo de viviendas sostenibles no solo ahorra energía mediante métodos que permiten su reutilización, sino que además la obtienen de fuentes naturales como la energía solar que se usa para el calentamiento de agua.



**Ventajas ambientales y
Sociales de los materiales**

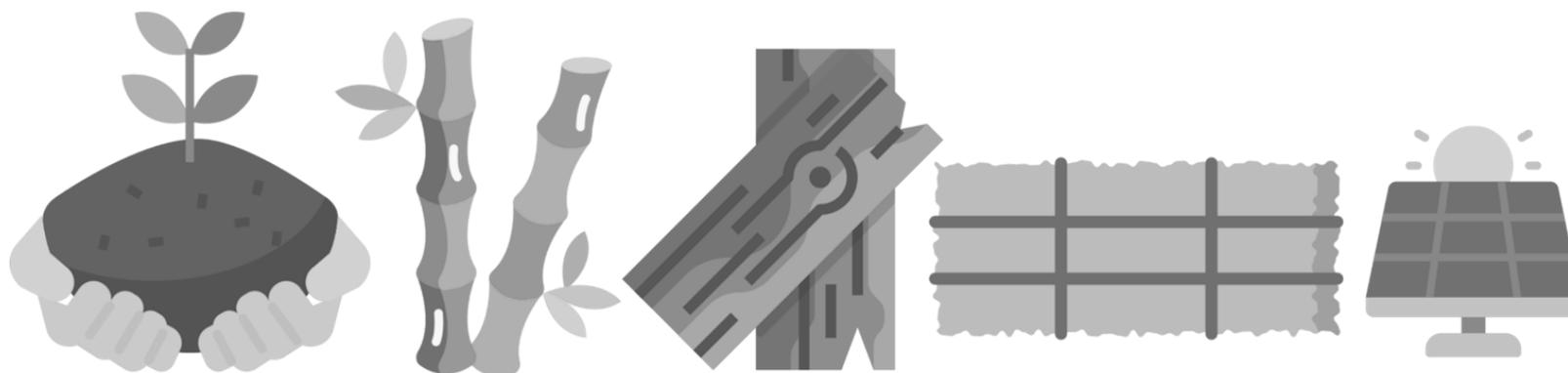


5. Ventajas ambientales y sociales de los materiales

La finalidad de la construcción con materiales vegetales y técnicas sostenibles es reducir el impacto ambiental que la construcción genera sobre el entorno que rodea; conservando los seres vivos, la salud y el ambiente. El diseño de edificaciones o establecimientos de proyectos constructivos a partir de materiales de menor impacto ecológico, sistemas de origen vegetal, biodegradables y medio de procesos de bajo costo y sin complicación, sin ninguna toxicidad para el entorno socioambiental, con principios de sostenibilidad y en pro de las arquitecturas elaboradas con tierra.

Entre las ventajas están el ahorro energético con sistemas renovables, el ahorro de agua, un ahorro económico, uso de materiales sin toxicidad: biodegradables, reciclables. Además, aprovecha al máximo los recursos de su entorno como la gestión de recursos naturales, conservación de la salud, del medio ambiente, promueve la sustentabilidad y la calidad de vida.

Los beneficios de la construcción con materiales amigables con el medio ambiente son: creación de hogares con materiales naturales, edificación sostenible reduciendo el impacto ambiental en el desarrollo de obras de infraestructuras o establecimientos. Asimismo, armonía con la naturaleza, desarrollo sustentable, conservación de recursos naturales y vida más saludable. A continuación, se detallan los diferentes materiales de autoconstrucción amigables con el medio ambiente más utilizados en la autoconstrucción para el Estado de Puebla (adobe, bambú y madera), así como también sus ventajas sociales y ambientales.



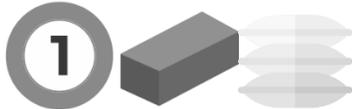


Material

Ventaja social

Ventaja ambiental

Adobe y superadobe



- ✓ Bajo costo de construcción.
- ✓ Manipulable para crear formas suaves y redondeadas.
- ✓ Resulta fácil de modificar en muros.

- ✓ Permite un bajo consumo energético por sus cualidades aislantes.
- ✓ Permite la resistencia térmica y aislante.
- ✓ No deja entrar los ruidos externos.
- ✓ La materia prima que se utiliza para la elaboración se puede obtener en cualquier parte, sin necesidad de traslado de maquinaria para su transporte.

Madera



- ✓ Es un excelente aislante térmico.
- ✓ Su bajo peso, con relación a otros materiales de construcción, lo hace más seguro ante caídas o roturas de paredes y techos que puedan dañar a las personas.

- ✓ Es el único material de construcción natural y renovable.
- ✓ Las construcciones de madera estabilizan la humedad, la filtran y purifican el aire.

Bambú



- ✓ Es un material ligero, resistente y de alta rigidez, gracias a estas propiedades tienen un excelente comportamiento ante sismos.

- ✓ La energía que se requiere para transformar el bambú es mucho menor de la que requieren otros materiales de construcción para su obtención y transformación.
- ✓ Por su sistema de raíces y tallos, el bambú ayuda a la conservación y recuperación de suelos, ya que con sus raíces forma un sistema de redes que lo fijan evitando su erosión.

Panel fotovoltaico



- ✓ La instalación de paneles fotovoltaicos supone una inversión inicial, es cierto, pero a medio plazo el ahorro energético que se consigue es muy elevado.

- ✓ No genera emisiones contaminantes ni directa ni indirectamente durante su operación.
- ✓ El sol es una fuente de energía inagotable en todo el planeta, y México recibe este recurso de forma privilegiada.



Material

Ventaja social

Ventaja ambiental

Calentador solar



- ✓ Menor factura energética.
- ✓ Alta durabilidad y bajo mantenimiento.
- ✓ Permiten un calentamiento de agua limpio y eficiente.
- ✓ Retorno de la inversión inicial a mediano plazo.

- ✓ Reducción de la huella de carbono al ahorrar entre 230 y 510 kg. de dióxido de carbono al año.
- ✓ Solución no intrusiva: que no produce mucho ruido en el entorno.

Generador eólico



- ✓ Tanto el coste por kilowatt producido como su mantenimiento es bastante bajo. En zonas donde el viento sopla más fuerte el beneficio es aún mayor.
- ✓ Los costes de las turbinas eléctricas eólicas y el mantenimiento de la turbina son relativamente bajos.

- ✓ Al no requerir ningún proceso de combustión, se trata de una energía con bajas emisiones de GEI, principales culpables del calentamiento global.
- ✓ Además, las propias turbinas tienen un ciclo de vida muy largo antes de ser retiradas para su eliminación.
- ✓ El viento es un recurso abundante, así como su aprovechamiento siempre y cuando haya corrientes de aire suficientes.

Sistema de captación agua de lluvia



- ✓ El costo de cosechar el agua de lluvia está concentrado, casi exclusivamente, en la instalación inicial del sistema.
- ✓ El beneficio principal es el aumento de la disponibilidad y de la calidad de agua, lo que impacta favorablemente en la calidad de vida, los niveles de higiene y la salud de las personas.
- ✓ La captación de lluvia puede fomentar una extensa cultura de uso y cuidado del agua, que nos permita participar en el uso responsable de este recurso.

- ✓ Aumenta la disponibilidad de agua sin tener que transportarla por grandes distancias y disminuye el bombeo, el uso de pipas y otros medios de distribución.
- ✓ Disminuye la extracción de agua de los acuíferos y otras fuentes.
- ✓ Reduce los escurrimientos a drenajes y calles durante aguaceros y con ello disminuye la presión sobre la infraestructura hidráulica y minimiza los riesgos de encharcamientos o inundaciones.



Análisis del costo beneficio del adobe y superadobe como material constructivo

Rentabilidad económica, social y ambiental del adobe y superadobe

La ventaja fundamental del adobe es que es de fácil obtención y fabricación. Casi en cualquier parte del mundo se pueden obtener y adquirir los materiales básicos del adobe, ya que podemos encontrarlos en la propia tierra. También las casas de adobe son más fáciles de ejecutar, haciéndolas más asequibles que las viviendas tradicionales. Las ventajas de construir con adobe son la simplicidad en la ejecución, su precio asequible, sus características como aislante térmico, acústico y de radiaciones electromagnéticas de alta frecuencia, el beneficio económico ya que al ser elaborado a mano mediante moldes no se realiza ningún consumo de energía. Una casa de adobe puede durar hasta 200 años, teniendo una longevidad extensa.

La técnica del superadobe ha integrado tecnologías modernas, el cual permite construir viviendas de bajo costo y con menor impacto ambiental, al utilizar recursos accesibles y propios de la zona, generando que la mayoría de los materiales e insumos requeridos para el proceso constructivo se puedan elaborar en el lugar de la obra.

En términos económicos, el adobe es más asequible que otros materiales comúnmente utilizados en las construcciones de hoy en día (como el cemento). Un estudio de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) indicó que Centroamérica es una de las regiones con los precios más elevados para adquirir el cemento: una tonelada de cemento cuesta aproximadamente \$77 dólares en Guatemala mientras que en Estados Unidos tiene un precio de \$75 dólares. En México, el precio es aún mayor, ya que asciende a \$110 dólares. Además de la diferencia de precios, el valor de las interacciones económicas comunitarias¹ (relaciones de los procesos sociales de la autonomía en el contexto de los nuevos emprendimientos de economía social solidaria para el desarrollo comunitario) que pueden surgir de la construcción de casas con adobe, es considerable. En este sentido si el sistema de construcción con adobe fuera promovido, la interacción económica de agentes locales podría generar desarrollo local, pues los productos y servicios serían adquiridos dentro de la misma comunidad, brindando empleo a la gente y utilizando materiales locales de bajo costo.

Desde su valor turístico, contribuye a mejorar la vivienda sin desvalorizar su cultura ni perder su identidad, para que la arquitectura tradicional o vernácula genere además de un valor cultural, un potencial turístico de la región. Aunado a esto, tiene

¹ Son las relaciones de los procesos sociales de la autonomía integradora en el contexto de los nuevos emprendimientos de economía social solidaria para el desarrollo comunitario y su impacto micro y macrosocial.



un valor cultural y educativo. Es importante que exista la posibilidad de replantear la enseñanza de la arquitectura desde las universidades, en este sentido, este tipo de construcción con adobe desempeña un enfoque social para dar respuesta al problema de la vivienda, especialmente desde las universidades públicas y gobiernos locales.

Por otro lado, para el caso del medio ambiente, las propiedades de las casas adobe son conocidas porque brindan calor cuando hace frío y dan frescura cuando hace calor, lo cual ahorra recursos energéticos. Los adobes están hechos de barro, material base que se adquiere sin mucha dificultad; además su elaboración no es tan complicada, lo cual brinda la posibilidad de hacerlos de manera artesanal, a diferencia de los blocks que necesitan maquinaria especial. Las casas hechas con adobe son aislantes del ruido y respetuosas con el medio ambiente. Su capacidad reciclable y anticontaminante, ya que en cada uno de los procesos de construcción se trabaja con materiales reutilizables y biodegradables. Poseen características que las convierten en un buen aislante térmico, acústico y de radiaciones electromagnéticas de alta frecuencia.

La principal ventaja es que es una manera de construcción muy ecológica, ya que implica, por un lado, una mayor eficiencia energética, utilizando materiales locales como el propio suelo del lugar donde se construye, paja y estiércol de granjas de los alrededores, con lo que la energía requerida y el gasto en extracción de materiales y transporte es menor que las técnicas habituales de construcción. Además, es mucho menos contaminante que técnicas basadas en cemento, ya que utilizan exclusivamente productos naturales que no incorporan elementos tóxicos y que no requieren adicionales de combustible para su fabricación y transporte. Además, estas casas son 100% biodegradables y 0% productoras de residuos, una vez ha terminado su uso se incorporan limpiamente al ambiente. La construcción con cob, forma parte de las técnicas de construcción de la permacultura, una corriente que defiende la autosostenibilidad de las construcciones y un uso racional y local de los recursos. Otra ventaja es que se moldea manualmente cada centímetro de pared, pudiendo permitirse el gusto de crear formas caprichosas, ventanas redondas, incluir otros elementos en la estructura como vidrios de colores etc. aprovechando la creatividad al máximo.

Análisis del costo beneficio de la madera como material constructivo

Rentabilidad económica, social y ambiental de la madera

En comparación con los sistemas tradicionales de construcción, el sistema a base de paneles de madera reduce de un 15% a un 20% los costos. Son más económicas que las de ladrillo y hormigón tradicional.





En el caso de las casas prefabricadas de madera el tiempo de construcción, ensamblaje y entrega no supera los 6 meses. Además, se requiere menos mano de obra especializada para levantar este tipo de construcciones.

Los precios que se muestran a continuación de casas de madera en México son estimados, así que pueden tener variación, dependiendo de la región. Puede haber variaciones de precios a causa de los precios de materiales, mano de obra, así como el lugar donde se desea construir, las dimensiones definitivas de la vivienda, la duración de la obra y la calidad del equipamiento interior y de los materiales empleados, entre otros. El precio mínimo para una casa de madera prefabricada de un piso, un dormitorio, sala, comedor es de aproximadamente \$250,000.00. De forma general, resulta un promedio de \$12,500 pesos mexicanos por cada metro cuadrado de la vivienda (\$12,500/m²).

Tabla 5.1 Costos estimados por tipo de cabaña y casa con madera.

Tipo de cabaña - casa	Costo (45 m ²)
Cabaña de madera de troncos	\$300.000
Cabaña modular	\$350.000
Cabaña de madera entramado	\$260.000
Cabaña prefabricada	\$340.000
Casa de madera	\$850.000 (120m ²)

Fuente: Presupuesto habitissimo, 2020.

Análisis del costo beneficio del bambú como material constructivo

Rentabilidad económica, social y ambiental del bambú

Los costos para construir una casa de bambú dependen del proyecto, sin embargo, el precio por metro cuadrado va de mil 500 a 5 mil pesos. Para la construcción de una vivienda simple el bambú presenta ser un material estructural un 35% más rentable que los materiales tradicionales, como los ladrillos de arcilla, el concreto y el acero, obteniéndose una mayor rentabilidad parcial en las partidas de estructuras y arquitectura, de aproximadamente 43%. Este índice de ahorro puede ser incluso mayor si se consideran los gastos generales, pues la construcción de una vivienda de bambú es un 33% más rápida que una vivienda de material tradicional. A continuación, se muestra el presupuesto a costo directo de cada partida de una vivienda promedio a base de bambú.





Tabla 5.2 Ejemplo de una vivienda a base de bambú.

Planta detalle	Concepto	Importe	Porcentaje %
	Preliminares	11,932.17	1.54
	Cimentación y muro de piedra	26,803.85	10.00
	Estructura planta baja	13,096.28	20.00
	Recubrimientos	122,975.87	59.00
	Cubierta	1,435.81	1.50
	Barandal	3,123.84	2.00
	Instalaciones hidrosanitarias	5,256.15	3.00
	Instalaciones eléctricas	11,620.41	3.00
	Limpieza	720	100

Fuente: Ejemplo de una vivienda a base de bambú en el municipio de Tehuacán, Puebla. Eco - Arquitects, 2018.

Tabla 5.3 Características Generales de las Viviendas de Bambú.

Aspectos	Beneficios
Propiedades especiales	Alta resistencia, flexibilidad, gran variedad de diseño.
Económicos	Costos bajos a medios.
Estabilidad	Buena.
Capacitación requerida	Mano de obra tradicional.
Equipamiento requerido	Herramientas para cortar, partir y amarrar bambú.
Resistencia sísmica	Muy buena.
Resistencia a huracanes	Buena.
Resistencia a la lluvia	Depende de las medidas de protección que se tomen.
Resistencia a los insectos	Baja; podrían instalarse mallas especiales.
Idoneidad climática	Climas cálidos y húmedos.
Grado de experiencia	Tradicional.

Fuente: Con información del portal de ces.iisc.ernet.in



Al ser un material de bajo peso, durante un movimiento sísmico se tendría un menor peligro que las construcciones de adobe o albañilería, pues estas al ser de mayor masa generan mayores fuerzas a la estructura. Por tanto, junto a la capacidad de tracción del bambú, las viviendas de bambú serían una opción más aceptable en cuanto a la seguridad de sus ocupantes, además de contribuir a que, si ocurre algún daño, las partes afectadas pueden ser fácilmente reparables, generando así menores desperdicios y gastos. Por otro lado, debido a que la guadua es un componente de la naturaleza, las construcciones de este material son susceptibles al ataque de plagas. Si la tierra es demasiado húmeda en el sitio donde están cimentadas, habrá que aplicar tratamientos convenientes para su preservación, o bien, emplear piedra, concreto o ladrillos en la base para evitar que la humedad llegue al bambú. Es por ello importante dar mantenimiento integral para la construcción a prevenir plagas, humedades y deformaciones. A continuación, se enlistan los cinco factores que degradan el bambú, los cuales deben preverse y resolverse antes del diseño y construcción:

- ✓ El agua, la humedad y la intemperie pudren las guaduas.
- ✓ El fuego las consume.
- ✓ Los hongos e insectos atacan la estructura, debilitan y destruyen al bambú.
- ✓ Los rayos ultravioletas de la luz solar decoloran y aumentan la susceptibilidad del bambú contra los agentes anteriores.

Tabla 5.4 Comparativo de coeficientes de resistencia del bambú con otras maderas.

Especie	Tracción	Compresión	Flexión
Bambú	2,710	835	1700
Roble blanco	810	490	490
Eucalipto	700	490	530
Pino orejón	560	400	350
Pino blanco	560	240	280
Álamo	230	200	340
Guayacán negro	746	956	-
Algarrobo negro	375	482	-
Caoba	368	513	-
Cedro macho	333	354	-

Fuente: CEW/P8283C649/FORESTALES, 2009.



Tabla 5.5 Comparativo de coeficientes de resistencia del bambú y la madera.

Índice de material (K/N cm ²)	Bambú	Madera conífera 510 (DIN 4074TI)
Módulo de elasticidad	2.00	1.00
Tracción/fibra	15.00	0.7
Compresión fibra Long= 3.22 m 2.09 m 0.37 m	2.7 3.9 5.6	0.85
Deflexión (prueba sin grietas)	10.0	1.00
Corte	0.9	0.09
D= 12 cm, d= 9 cm	A= 50 cm ² W= 100 cm ³ I= 700 cm ⁴	-

Fuente: Tesis El bambú como material alternativo a la construcción arquitectónica, Br. Angela Dina Orosco.

Tabla 5.6 Comparativo de las características estructurales del bambú y otros materiales de construcción.

Material	Resistencia de diseño v(kg/cm ²)	Masa por volumen (kg/m ³)	Relación de resistencia (R/M)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)	Relación de rigidez (E/M)
Hormigón	82	2,400	0.032	12,740.00	53
Acero	1,630	7,800	0.209	21,400.00	274
Madera	76	600	0.127	11,200.00	187
Bambú	102	600	0.17	20,390.00	340

Fuente: Tesis El bambú como material alternativo a la construcción arquitectónica, Br. Angela Dina Orosco.

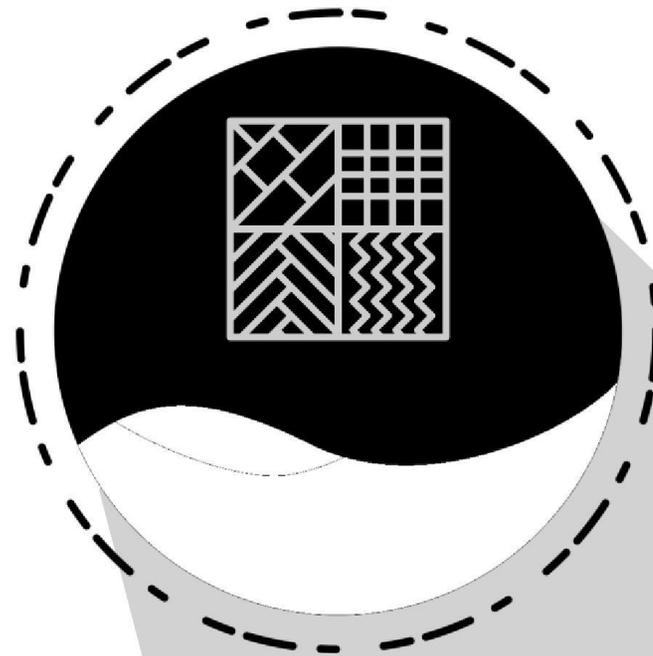
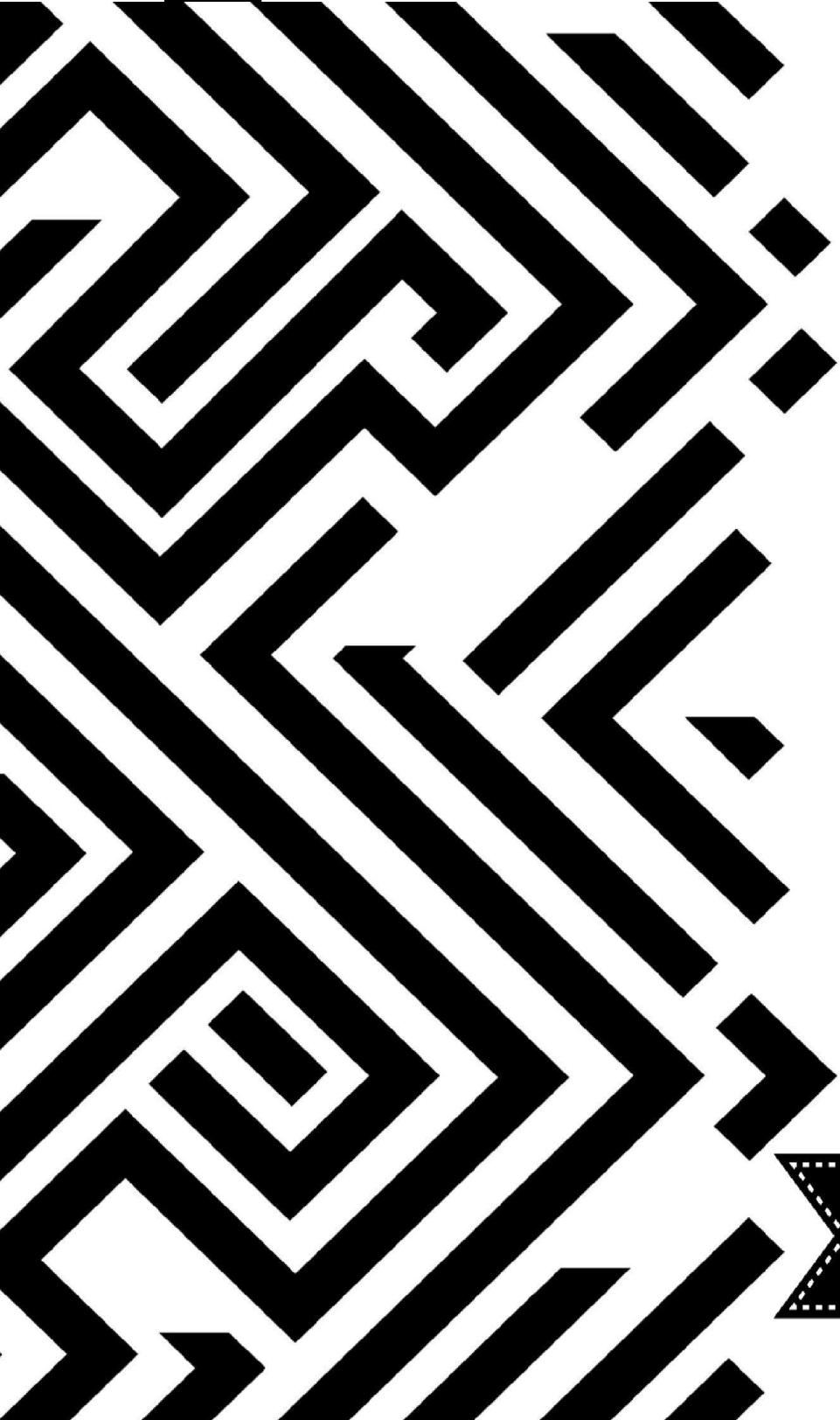
El manejo del bambú para acondicionarlo como material de construcción no es una tarea compleja ni requiere de personal calificado en cuanto a fabricación y manejo de materiales de construcción, tampoco requiere de grandes y complicadas maquinarias o equipos para tratarse. Si bien en la preparación de las soluciones con químicos se debe contar con personal con conocimientos de los mismos, su proceso no requiere de un laboratorio o equipos especiales.



A diferencia de las materias primas de otros materiales nobles, como el cemento, el acero o los ladrillos, el bambú no requiere complejos sistemas de extracción y transporte, ni tampoco produce un alto impacto al medio ambiente durante su fase de acondicionamiento, pues en la mayoría de los casos no se necesitan procesos de combustión o emisión de químicos dañinos al medio ambiente. Usualmente los residuos son meramente orgánicos. Además, el bambú desde que se siembra hasta que puede ser cortado para emplearse como material de construcción estructural solo requiere de entre tres a cuatro años, lo que lo convierte en un material de renovación rápida comparándolo con materiales como la madera.

Proponer un sistema de viviendas que usen el bambú como un material alternativo en su estructura principal, no solo proporcionaría viviendas más accesibles a los sectores rurales y suburbanos más vulnerables que buscan satisfacer la necesidad de tener un sitio donde vivir, sino que además ayudaría a mitigar la pobreza directamente por el requerimiento de mano de obra y personal en todas sus etapas.





6

**Criterios y caracterización de los insumos
para elaborar bioconstrucciones**

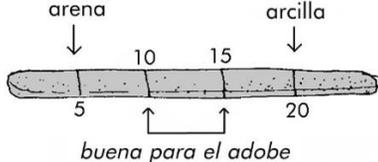


6. Criterios y caracterización de los insumos para elaborar bioconstrucciones

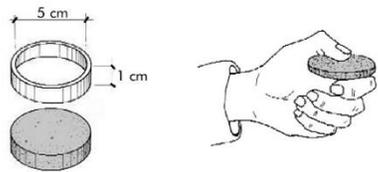
Adobe

Son indispensables las pruebas de campo para verificar si la tierra es ideal para la producción de adobes, estas nos indican sus características y componentes: la manipulación, olor, plasticidad, el cigarro, la cohesión y la pastilla, el resultado de estas pruebas nos indica la calidad de la tierra. Lo más sencillo es moldear los adobes y analizar su comportamiento después del secado (aspecto, fisuras, resistencia) estos ensayos te ayudarán a seleccionar la mejor tierra.

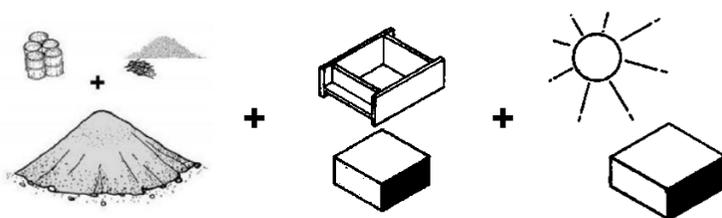
Tabla 6.1 Pruebas de verificación de tierra óptima para la elaboración de adobes

Técnicas	Procedimiento	Recomendaciones
 <p>Manipulación</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>Tierra orgánica.</u> Desprendimiento. ✓ <u>Tierra arenosa.</u> Rugoso, quebradizo, poco pegajoso. ✓ <u>Tierra limosa.</u> Fino, fácil de reducir en polvo, pegajoso. ✓ <u>Tierra arcillosa.</u> Difícil de romper, lento para deshacerse en el agua, muy pegajoso y fino. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lo ideal es encontrar una tierra a la vez arenosa y arcillosa. ✓ Tener cuidado de las tierras limosas porque una vez secas no resisten al agua.
 <p>El cigarro</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Retirar las gravas de la muestra. ✓ Mojar, mezclar y dejar reposar la tierra una media hora hasta que la arcilla pueda reaccionar con el agua. ✓ Sobre una plancha, moldear un cigarro de 3 cm. de diámetro y más de 20 cm de largo. ✓ La tierra no debe ensuciar las manos. ✓ Empujar lentamente el cigarro hasta que se quiebre. ✓ Medir el largo del pedazo que se desprendió. ✓ Recomenzar hacerlo 3 veces y realizar un promedio. <p>*Menos de 5 cm es demasiado arenoso. *Más de 20 cm es demasiado arcilloso.</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ✓ Entre 7 y 15 cm es buena tierra.



Técnicas	Procedimiento	Recomendaciones
 <p>La pastilla</p>	<ul style="list-style-type: none"> Recuperar la tierra del experimento anterior y Moldear 2 pastillas con la ayuda de un pedazo de tubo pvc o similar. Colocar las monedas formadas expuestas al sol para su secado <p>Después de secado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluar la resistencia de la tierra por ruptura ejerciendo un aplastamiento entre el dedo pulgar y el índice. 	<ul style="list-style-type: none">  Tierra arenosa No hay retracción, fácil de convertirlo en polvo.  Tierra limosa Retracción, fácil de convertirlo en polvo.  Tierra arcillosa Retracción importante, muy difícil de reducirlo en polvo. <p>* Menos de 1 mm de retracción, difícil de Reducir en polvo es buena tierra.</p>

La producción del bloque de adobe es la mezcla de tierra apropiada con agua y paja, preparada y moldeada y luego secado al sol.



Ventajas

- ✓ Materia primera fácilmente disponible y local.
- ✓ Equipo de producción no es costoso.
- ✓ Accesible a todos.
- ✓ No se hace uso de combustible.

Desventajas

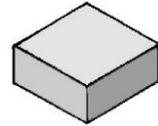
- Consume bastante agua.
- Área de secado extenso.
- Tiempo de secado en función del clima.

El adobe cuadrado corresponde bien a la lógica constructiva. Está comprobado que su resistencia mecánica es mejor frente a adobes rectangulares. Las características de su elaboración inciden también en su calidad y comportamiento frente al sismo: una tierra conveniente, fibra vegetal seca y agua necesaria (figura 6.1).





Figura 6.1 Insumos para la elaboración del adobe.



Adobe forma cuadrada

El adobe tendrá una dimensión de 30 cm x 30 cm x 10 cm. Si no tenemos una tierra optima será necesario hacer mezclas hasta obtener un adobe de calidad.

+



Tierra arcillosa

La tierra debe estar limpia de materia orgánica y seca.

+



Tierra arenosa

Si se tiene una tierra que no es óptima, debe mezclarse con otra que sea complementaria, por ejemplo: para una tierra arcillosa buscar una tierra arenosa o viceversa, mezclando en proporciones convenientes, generalmente para una porción de tierra arcillosa se requieren de tres porciones de tierra arenosa.

+



Paja

La paja debe estar bien seca y se utilizará un volumen de paja por diez volúmenes de tierra.

+



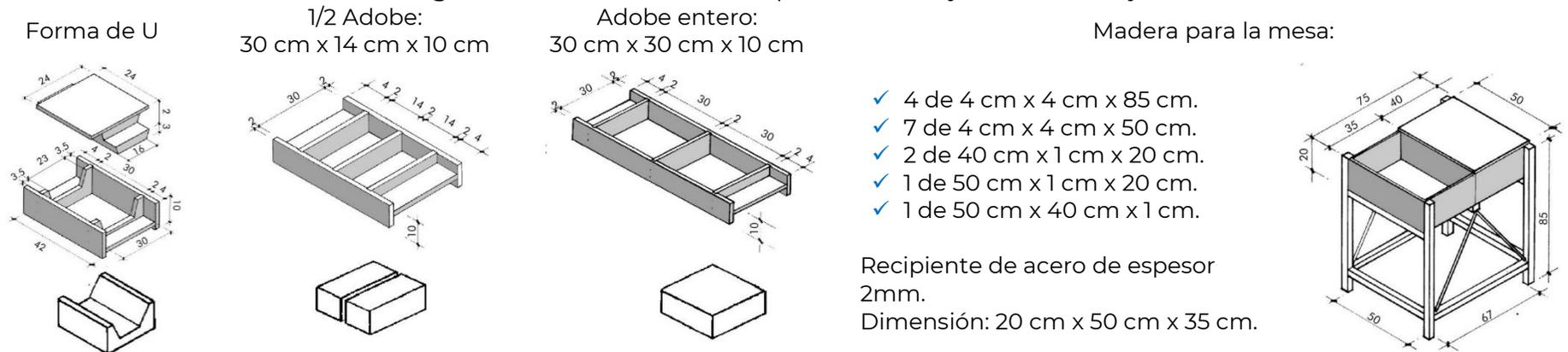
Agua

El agua no debe tener residuos orgánicos y considerar el 30% del volumen seco de la tierra.

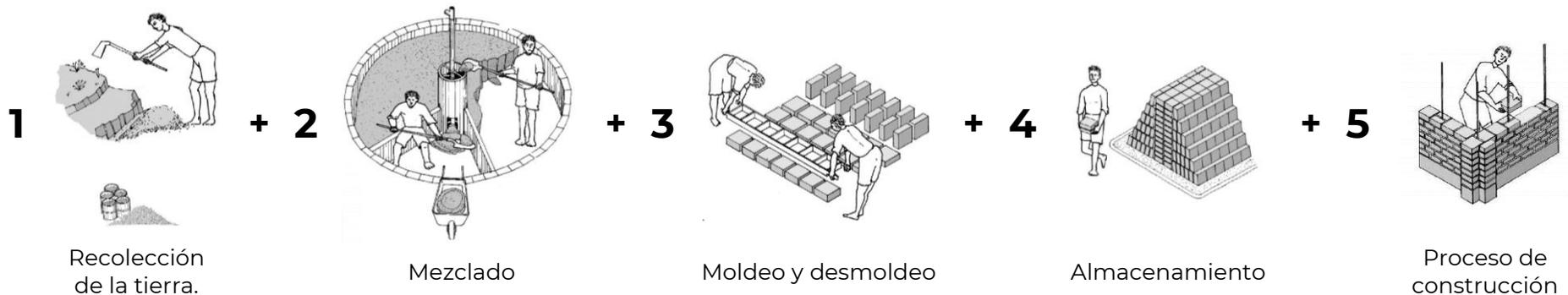


En la figura 6.2 se anexa los tipos de moldes y sus dimensiones, así como también la mesa de trabajo.

Figura 6.2 Dimensiones de los tipos de moldes y mesa de trabajo.



Proceso del ciclo de producción





Proceso de mezclado

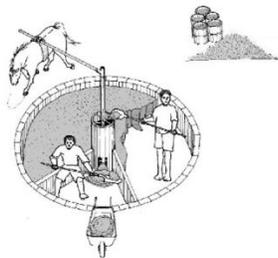
El mezclado se realiza en dos etapas: primero se mezclan la tierra y el agua, segundo la tierra con agua se mezcla con la paja hasta lograr una pasta homogénea y plástica (figura 6.3).

Figura 6.3 Distintos procesos de mezclado para la elaboración del adobe.



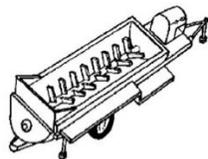
Con los pies

Es una de las maneras más sencillas de una producción en pequeña escala. De 4 m³ hombre/día.



Mezclador vertical

Construido con medios rudimentarios, este puede ser accionado por un animal.



Mezclador industrial

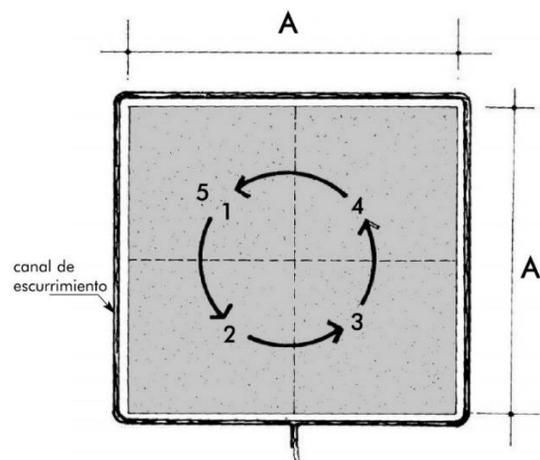
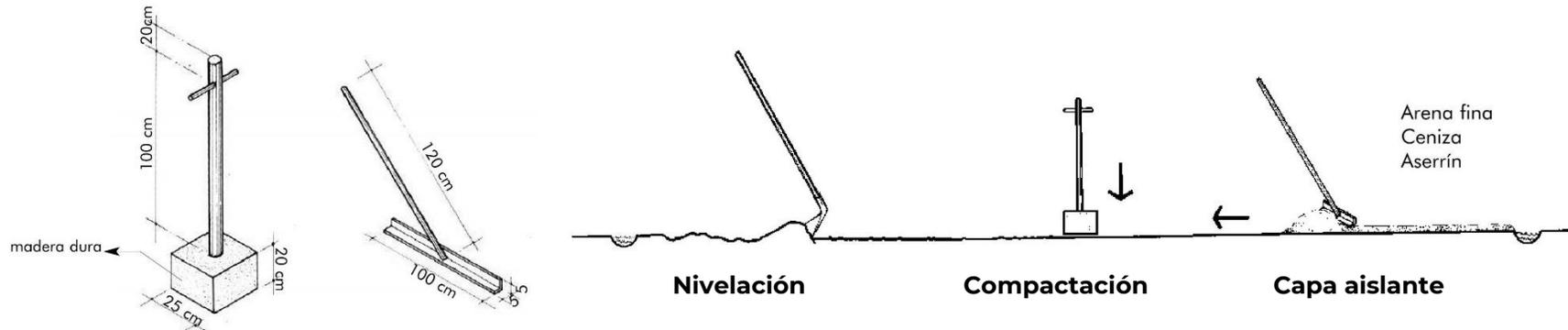
Empleados en unidades de producción con medios y recursos. Puede producir de 5 a 50 m³/ día.



Preparación para el área de secado

Para un buen secado de los adobes se requiere de tener un espacio en buenas condiciones: plano, aislado y delimitado (figura 6.4).

Figura 6.4 Preparación del espacio para el secado.



Área de producción

El área de producción se determina en función del rendimiento diario, las dimensiones del adobe (espesor) y su tiempo de secado.

Esta área será delimitada por un canal de escurrimiento de aguas de lluvia.

Ejemplo:

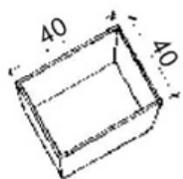
Si A (área) = 15 m^2 entonces tendríamos 4 días de producción y $4 \text{ días} \times 414 \text{ adobes/día} = 1,656 \text{ adobes}$.

Entonces al quinto día el área comienza a usarse de nuevo.



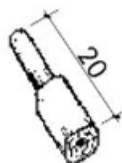
Moldeo y desmoldeo

El moldeo se realiza después que la mezcla tierra/agua haya reposado mínimo una noche. Al día siguiente mezclar nuevamente, esta vez adicionando la paja. Las herramientas complementarias que se utilizarán son las siguientes:



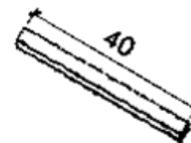
Recipiente para lavar el molde

+



Pisón de mano

+



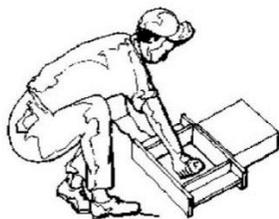
Regla para emparejado

+



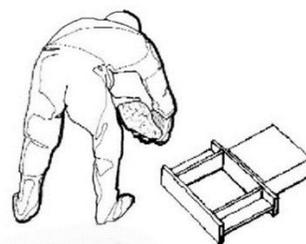
Esponja

Proceso de moldeo y desmoldeo



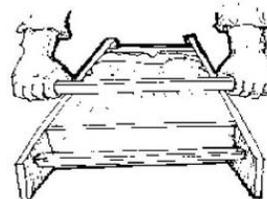
Limpiar el molde

+



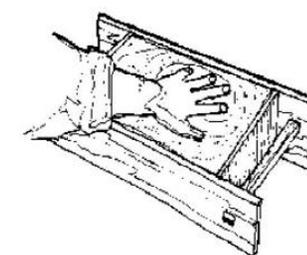
Llenar el molde

+



Nivelar

+

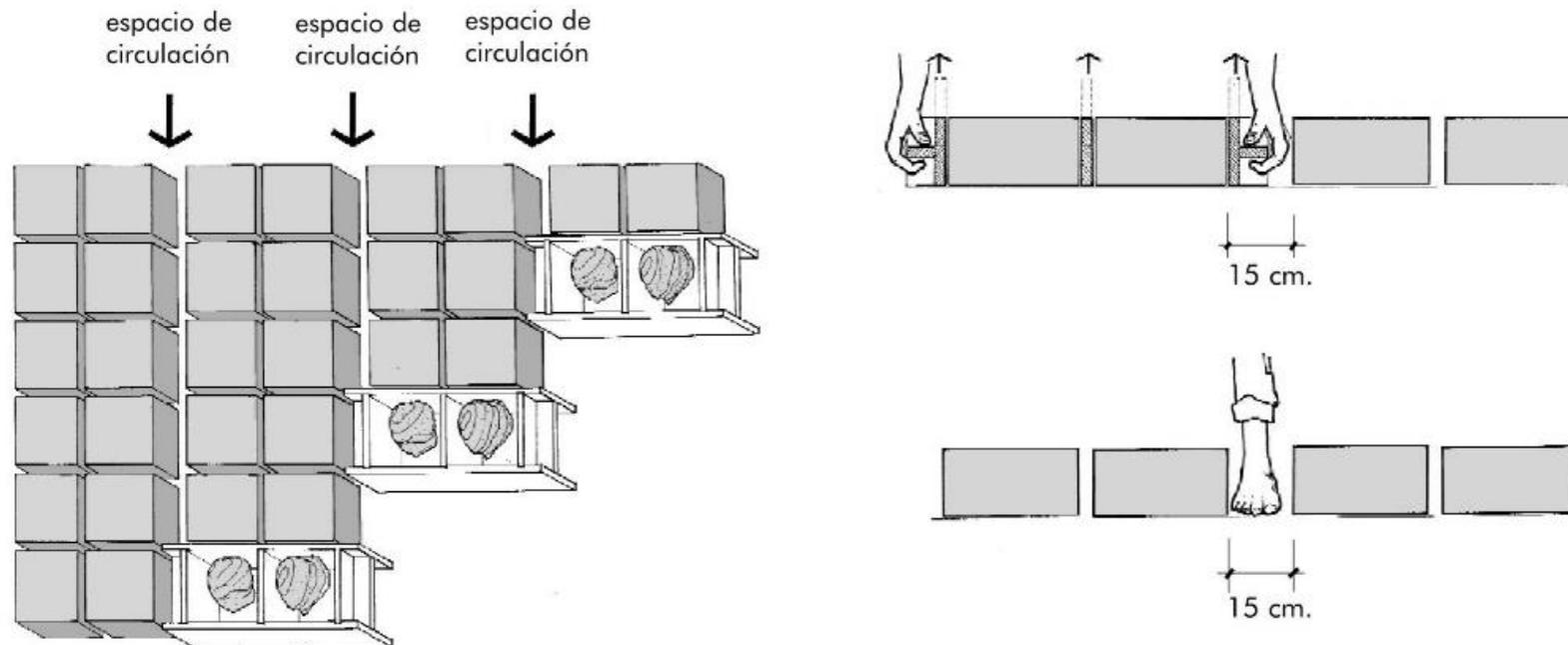


Emparejar con paja

Es necesario prevenir en el área de secado_cada metro un espacio de circulación necesario, además de respetar los alineamientos para aprovechar al máximo el espacio y llevar la contabilidad (figura 6.5).



Figura 6.5 Espacios de circulación en el área de secado.



Recomendaciones en el proceso del moldeo y desmoldeo

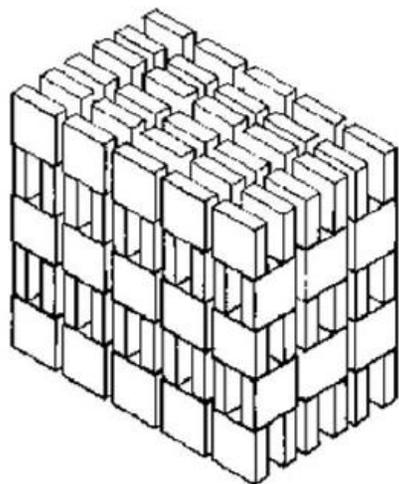
- ✓ Evitar producir durante las horas de mayor asoleamiento, entre 11 y 15 hr.
- ✓ Proteger inmediatamente la superficie con una capa de arena o de ceniza.



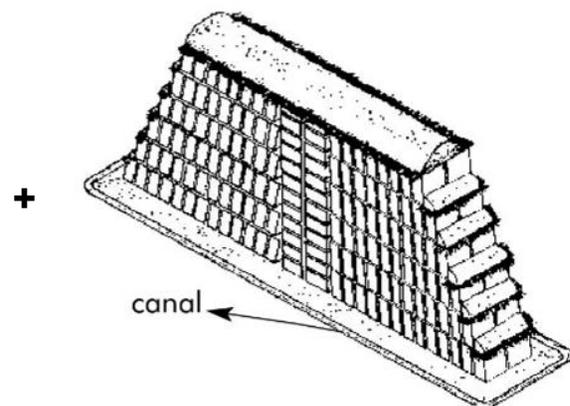
Recomendaciones para el almacenamiento

Esta etapa su finalidad es conservar la calidad del adobe, para ello es necesario almacenarlo de manera correcta con el fin de evitar los problemas que causa la lluvia y la humedad (figura 6.6).

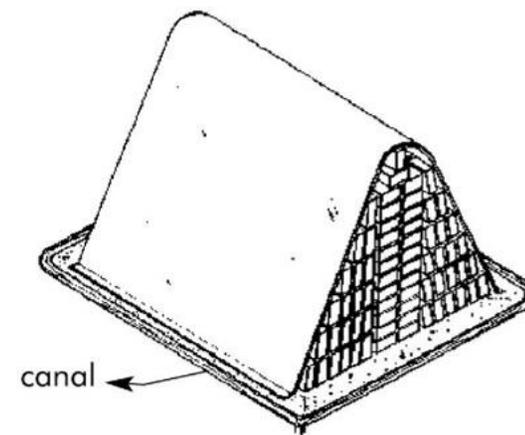
Figura 6.6 Tipos de coberturas para el almacenamiento de los adobes.



Cobertura cuadrada



Cobertura hexagonal (aireado)

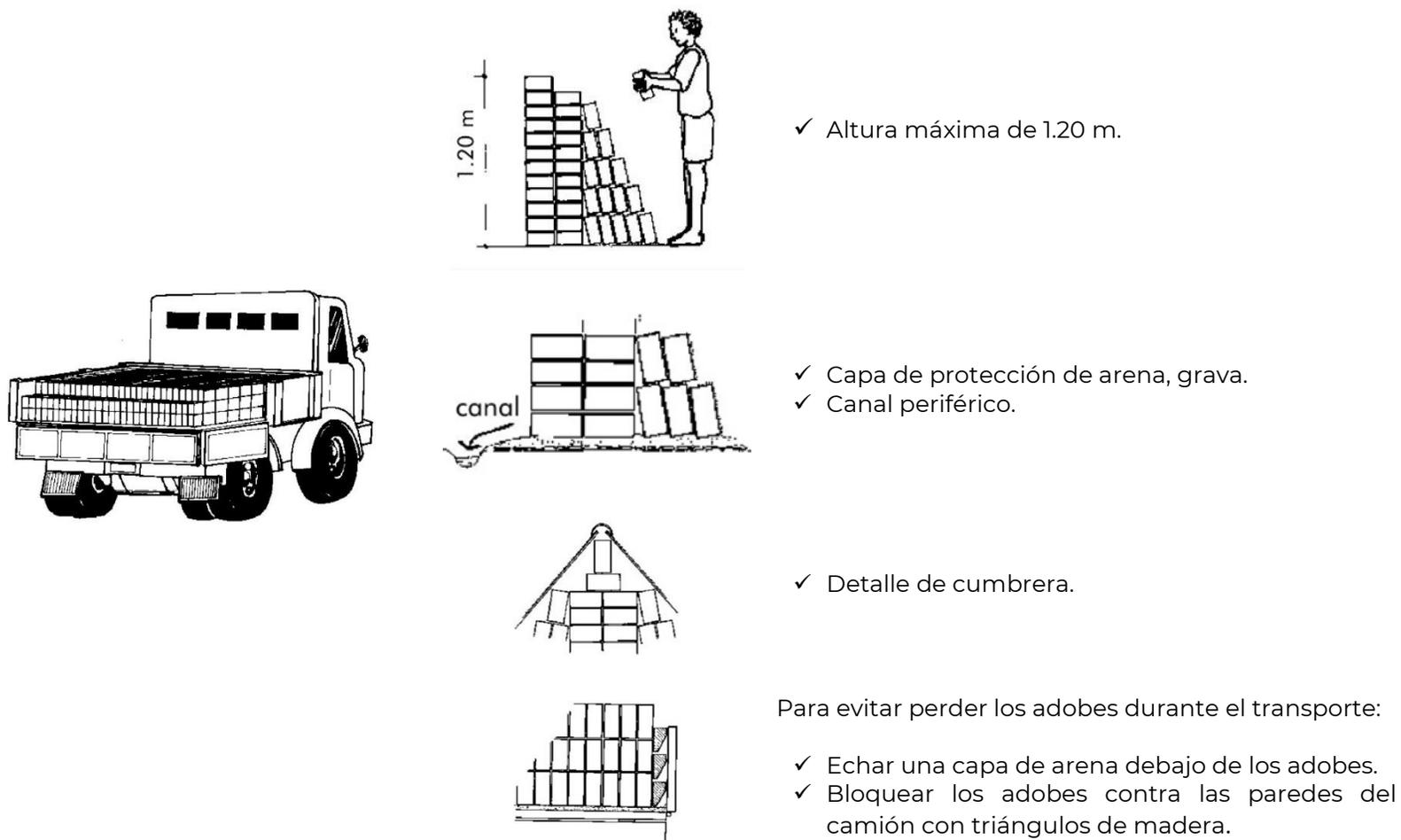


Cobertura piramidal
La cubierta pueden ser hojas (plátano, palmera, etc.), láminas de zinc, y plástico



Recomendaciones para el transporte

Figura 6.7 Proceso del acomodo de los adobes durante el transporte

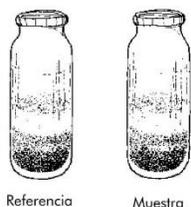




Recomendaciones para el control de calidad de los adobes

Figura 6.8 Resumen de los procesos para el control de calidad de los adobes.

En la extracción



Control de la tierra

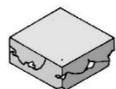
Verificar cada semana que la nueva tierra sea idéntica a aquella seleccionada al inicio.

Efectuar la prueba de la botella (decantación de la tierra en agua después del agitado). Comparar la repartición de las diferentes capas con la botella de referencia.

Recomendación

- ✓ Cuando las dos botellas no presentan el mismo aspecto, rehacer el análisis de tierra para verificar sus propiedades.

Al desmoldar

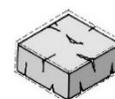


Control de la forma

Ningún vacío es aceptado en las esquinas.

Recomendación

- ✓ Mejor apisonamiento en los ángulos del molde.
- ✓ Reducir la cantidad de agua.



Control de la retracción

Después del desmolde

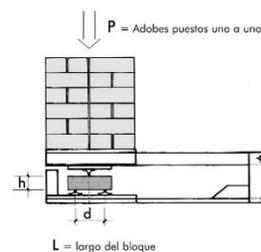
Rápida aparición de fisuras en la superficie.

Después del secado

Fisuras superiores a 5 cm de profundidad.

Recomendación

- ✓ Proteger del sol.
- ✓ Verificar las proporciones de la tierra y la paja.



Control de la resistencia

Después del secado completo

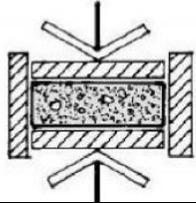
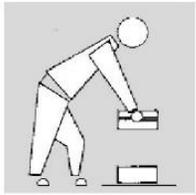
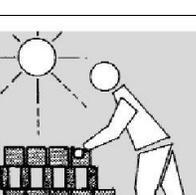
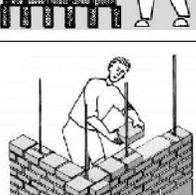
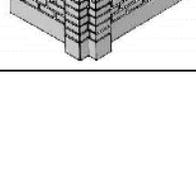
Escoger al azar 3 adobes del stock diario. Los 3 adobes deben tener una resistencia superior. Resistencia a la flexión:

Recomendación

- ✓ Verificar la proporción o la cantidad añadida de paja.

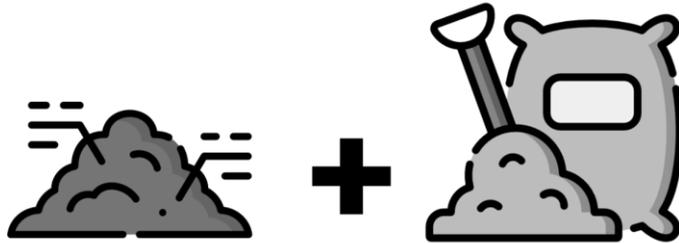


Tabla 6.2 Esquema de producción por días para elaborar adobes.

Proceso	Días de producción												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
 Extracción y transporte	█												
 Mezclado 1 - preparación - curado		█											
 Mezclado 2 - transporte - moldeado			█										
 Secado 1 Secado 2 Secado 3 Almacenamiento				█	█	█							
							█	█	█				
										█	█		
												█	
 Transporte												█	
 Construcción													█



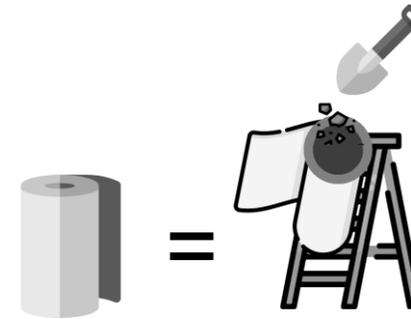
Metodología y proceso para su elaboración e implementaciones del superadobe



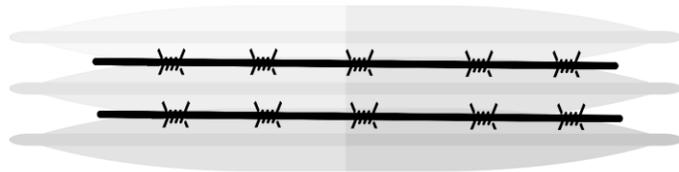
1

La mezcla es tierra + 5% de cemento y agua. No llega a ser barro, pero es bastante húmeda. El punto justo de mezcla es cuando se toma un puñado, se compacta con la mano, y al arrojarlo para arriba y caer en nuevamente en la mano, éste no se desarma.

+ 2



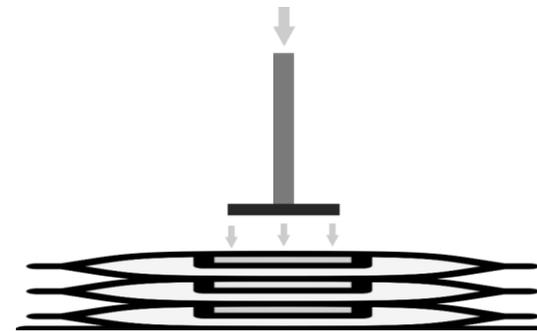
El rollo de bolsa de polipropileno que se llena con la mezcla de tierra. Para llenar las bolsas hay varios métodos. Para este caso, se puede usar un caño de chapa de unos 30 cm de diámetro, en el que se coloca toda la extensión de la bolsa, dejando una punta libre.



3

Entre bolsa y bolsa se coloca una fila de alambre de púas, esto hace que las bolsas se pinchen y se traben, para que no se deslicen. Si se va a cerrar en cúpula en forma de domo, se ponen 2 vueltas para asegurar que no se deslice.

+ 4



Una vez llena la bolsa se dobla como un sobre la punta y se la mete abajo de la misma, tratando de que se pinche en el alambre para que no se salga. Después se le da bastante fuerte con un pisón para que se compacte bien.



Proceso de transformación de la madera para su uso en la construcción

Las diferentes partes del tronco del árbol son: la corteza exterior que protege las partes internas del tronco. En seguida está la corteza interior, luego el tejido y por último lo que consideramos madera, la última parte interior.

El corte

Se realiza cuando el contenido de savia sea el más bajo (durante la luna menguante) y en época seca. Así se reducirán las posibilidades de ataques de insectos. Luego de ser cortado, el tronco con su corteza se deja reposar en el suelo seco unos 30 días, cuidando de las flexiones.

El secado y preservación

La función del secado es obtener un producto con una humedad compatible con la que tendrá que adquirir una vez puesta en obra. Por otro lado, la preservación tiene por objeto mejorar su composición química, haciéndola más resistente y repelente a los elementos biológicos nocivos. Los preservadores pueden ser compuestos químicos puros o mezclas de compuestos (naturales o artificiales). Deben penetrar hasta una profundidad considerable, la madera debe estar seca y ya cortada (figura 6.10).

Figura 6.9 Composición de las partes del tronco del árbol.

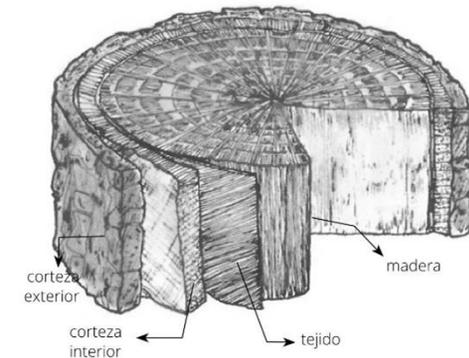
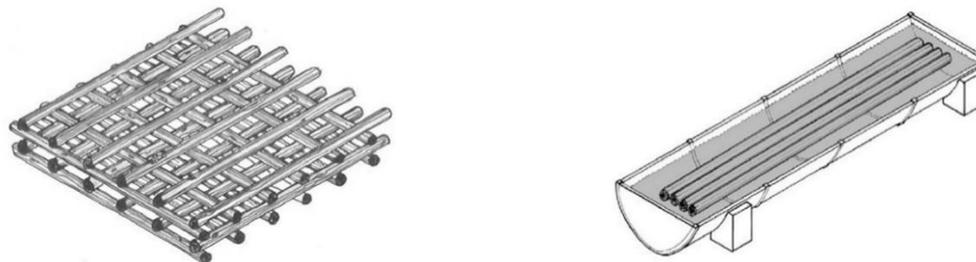


Figura 6.10 Secado y preservación de la madera





Conservación de la madera

Durabilidad natural

Cuando la madera se mantiene en condiciones secas, cuando se utiliza la madera de duramen y cuando se aplican los diseños constructivos para mantener la madera bien ventilada, su durabilidad es alta y varía dependiente del cuidado que se aplique (ronda entre los 50 y 100 años); no obstante, hay que considerar que existen especies de madera de muy alta durabilidad y resistencia al biodeterioro, principalmente las maderas duras tropicales, mientras que algunas otras manifiestan una resistencia al biodeterioro limitada. La durabilidad natural está también influida por condiciones de exposición, humedad y a la intemperie.

Preservación de la madera

En los casos donde se usa madera de baja resistencia al biodeterioro en condiciones de alto riesgo, como es la madera empotrada en la tierra (cimentaciones y pilotes), o expuesta a la humedad, es preferente que dicha madera se someta a un proceso de preservación, impregnándole un preservador fungicida e insecticida, de los cuales existen varios en México, y que se pueden aplicar ya sea por métodos sin presión: brocha o inmersión.

Metodología y proceso para el uso sustentable del bambú

La familia de las gramíneas es una variedad de plantas monocotiledóneas de tallo cilíndrico y vertical, nudoso y generalmente hueco, hojas alternas que abrazan el tallo, flores agrupadas en espigas o en panojas y grano seco cubierto por las escamas de la flor.

Estas gramíneas nos ofrecen una serie de características físicas que permiten su utilización eficaz en la construcción como materia prima natural, además son eficaces y accesibles en sus diferentes variedades. Algunos de sus beneficios son:

- ✓ Sirven para reforzar la resistencia de un elemento constructivo.
- ✓ Mejoran las cualidades de un mortero de tierra.
- ✓ Son un buen aislante térmico.
- ✓ Tienen calidades estéticas en cuanto a formas, texturas, colores.



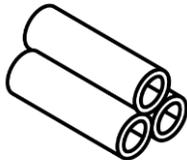


Bambú



La Guadua es una variedad que está identificada como perteneciente a la familia de las Bambusas, cuenta con más de 30 variedades.

Carrizo



Es una planta silvestre que se propaga fácilmente de manera natural. Generalmente el carrizo crece en zonas de pantano y en zonas húmedas.

Es una planta de estación cálida, crece de dos a cuatro metros de altura, con limbos foliares lisos y planos, de 1 a 5 cm de ancho y 15 a 45 cm de largo.

Paja



Se denomina a los tallos secos de ciertas gramíneas, especialmente los que provienen de los llamados "cereales", como trigo, avena, centeno, cebada, arroz, etc.

Se utiliza en la construcción una vez cortado y desechado, después de haber separado el grano del tallo.

Zacate



Nombre genérico de varias especies de hierba que sirven de pasto o forraje, que se caracterizan por tener tallos rastreros o erectos generalmente verdes. Crecen en los jardines y cubren los campos.

Proceso de preparación de las cañas / bambú

Con métodos manuales y pocas herramientas podemos trabajar estos tallos para su utilización en la construcción.

El corte

El momento más adecuado para hacerlo es en luna menguante y en edad adulta de la planta. Cortar por encima de los 30 cm del suelo.

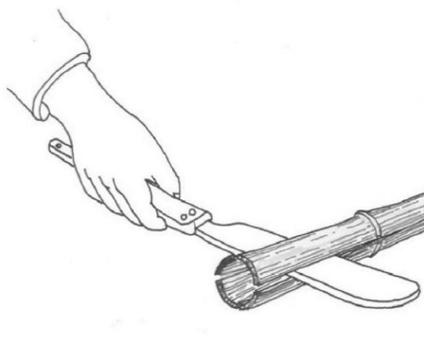
El secado

Éste evita las rajaduras, deformaciones y cambios de dimensiones. También permite proteger los tallos contra los organismos biológicos. Debe durar unos 60 días al aire libre.



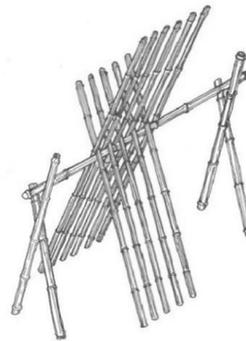
Preservación

Para garantizar la durabilidad del bambú depositamos en los espacios entre las fibras interiores productos fungicidas, germicidas o insecticidas. El método natural más utilizado es por inmersión en agua salina (de mar o sal), pero se pueden utilizar productos alternativos naturales o químicos artificiales. Las sustancias solubles en agua que se utilizan para preservar el bambú son los mismos que se usan para madera: sales de CCA (arseniato de cobre cromatado) y los compuestos de boro (ácido bórico y bórax). Por último, el corte en latas este puede hacerse con un machete para obtener sólo dos partes o con una cruceta de madera para obtener cuatro partes.



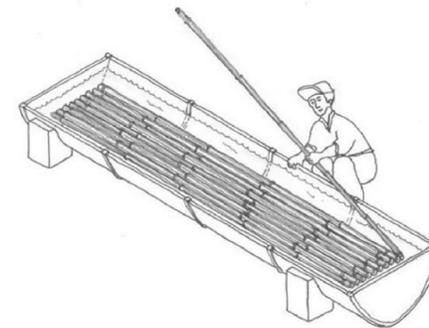
Corte

+



Secado

+



Preservación

Agentes de deterioro

Como material orgánico, el bambú puede ser atacado por diferentes agentes degradadores, que afectan su resistencia mecánica y su calidad, reduciendo su durabilidad natural. Los principales agentes de deterioro son:

Hongos y mohos manchadores

No afectan seriamente la resistencia física del bambú, pero sí alteran su calidad con manchas. Los mohos crecen en la superficie del bambú como una capa de algodón y sus colores varían del blanco al negro, se pueden eliminar con un cepillo cuando los culmos están secos. Los hongos manchadores sí penetran en las paredes afectando ligeramente su resistencia.



Hongos de pudrición

Afectan las propiedades físicas y químicas de las paredes celulares, dañando seriamente la resistencia del culmo. Para desarrollarse requieren contenidos de humedad entre 27% y 32% en los culmos y temperaturas mayores a 12°C.

Existen tres tipos de pudrición:

- ✓ Pudrición suave o blanda: causada por hongos destructores de celulosa, es superficial y degrada la madera hasta una consistencia grasosa de color oscuro.
- ✓ Pudrición blanca: destruye todos los componentes de la madera (lignina y carbohidratos), dejando un material residual con apariencia de un esqueleto de madera oscura.
- ✓ Pudrición parda o café: descompone la celulosa, afectando poco o nada a la lignina, la parte atacada se contrae formando hendiduras perpendiculares y oblicuas. Es la que causa mayor daño.

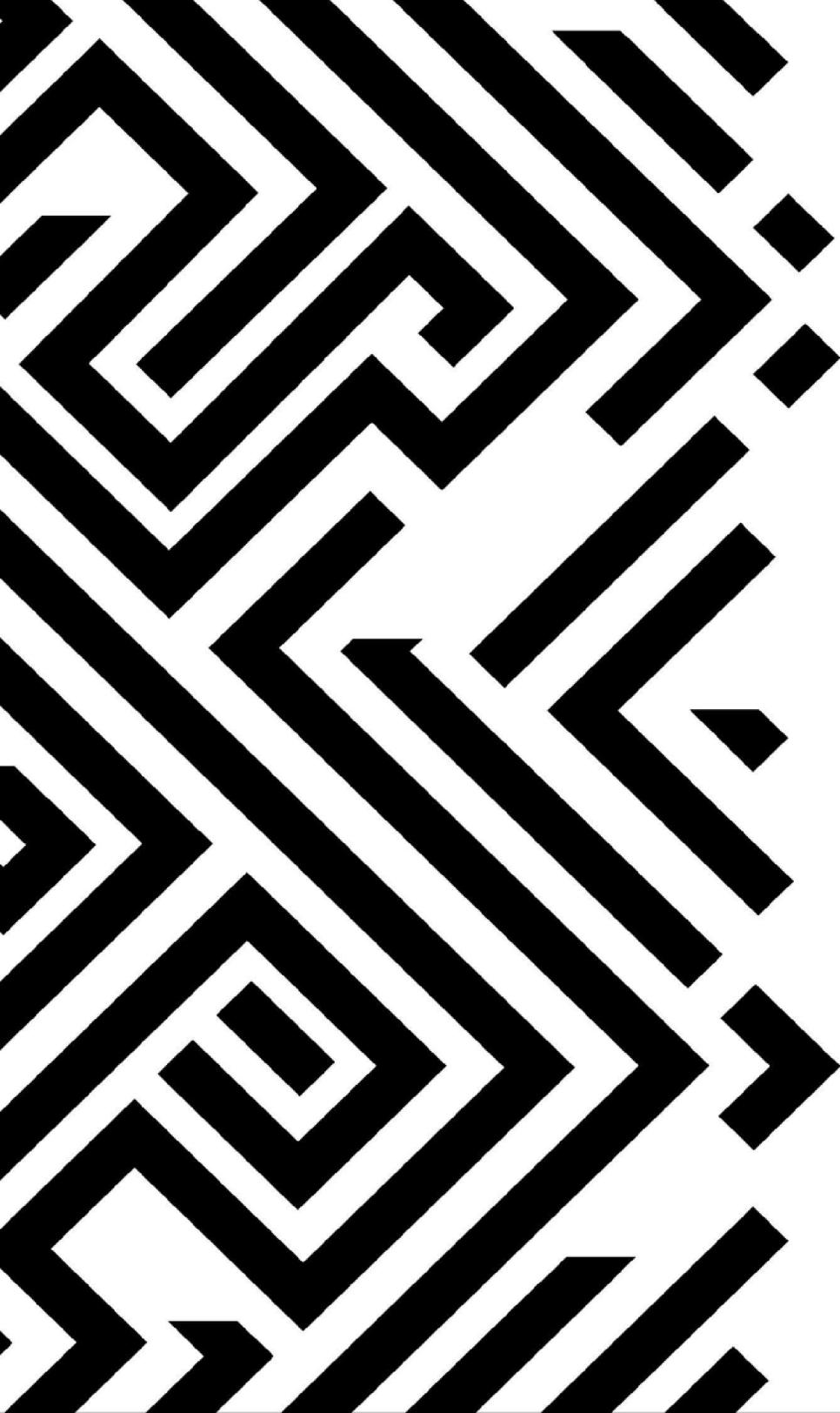
Algunas pruebas de laboratorio indican que el bambú es más propenso a las pudriciones suave o blanda y parda o café.

Insectos

Los insectos que atacan al bambú son los escarabajos y las termitas que lo utilizan como alimento y refugio, formando cavidades dentro de la madera del bambú, su ataque disminuye la resistencia de los culmos. Atacan principalmente a los tallos cortados y a las piezas utilizadas en la construcción.

- ✓ Los escarabajos atacan al bambú por su alto contenido de almidón y el daño que causan es proporcional al contenido de este.
- ✓ La guadua en especial tiene una resistencia natural contra las termitas, que se reduce en lugares con mucha humedad. Si el culmo cortado conserva mucha humedad, es atacado por unos insectos llamados comúnmente gorgojos o barrenadores.





Construye paso a paso
tu vivienda sostenible



7. Construye paso a paso tu vivienda sostenible

En esta sección encontrarás recomendaciones importantes para el diseño de tu vivienda. Se ha estructurado la guía con el propósito de que el constructor o poblador tenga una idea más clara del porqué de las dimensiones, forma y técnica constructiva, que, si bien es cierto, determina ciertas limitantes en un primer momento, también al final hay un beneficio con una vivienda de mayor seguridad frente al sismo y con un diseño sostenible para aprovechar las condiciones climáticas a su vez, se considerando los parámetros que exigen un diseño correcto, calidad del terreno, calidad constructiva y materiales.

La propuesta arquitectónica nace con la idea de crear espacios habitables y confortables para las personas, no se necesite calefacción adicional, el agua se pueda reutilizar, la aislación sea sostenible y la luz del sol sea aprovechada de la mejor manera, que sea naturalmente fresco en verano y cálido. Que esté diseñado en que, una vez que cumpla su vida útil, las partes de su estructura sean reutilizables en nuevas construcciones, es decir, germinar viviendas verdes amigables con el medio ambiente.

La distribución de cada volumen (cajas), propuesto por el diseño, permite crear una circulación central entre ambos costados del edificio, creando así espacios no muy profundos en su interior que puedan ser abastecidos por la iluminación y ventilación natural, como también crear espacios internos de cualquier dimensión según el uso y el requerimiento. El tallo que representa la parte aérea encargada de, entre otras funciones, dar soporte y estructura a la misma, al igual que la raíz. Partiendo desde esta conceptualización es una vivienda que está construida con un conjunto de principios técnicos constructivos y de diseño apropiados para afrontar un sismo. La vivienda en forma de cubo es el principio básico para garantizar la resistencia a este tipo de fenómeno, a partir de esto desarrollamos las etapas técnicas estructurales necesarias.

La guía está estructurada en dos partes:

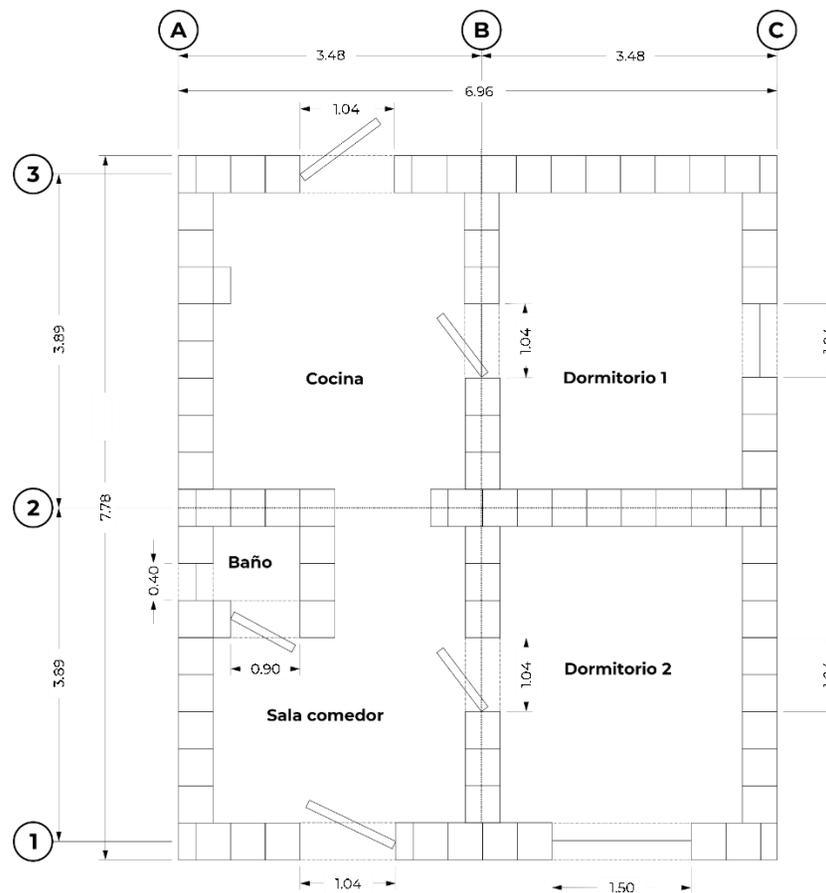
1. La producción de adobes: todas las etapas de elaboración del adobe.
2. La construcción: desde el diseño, implantación y las etapas constructivas.





Proceso del diseño de la vivienda sostenible

Las dimensiones de la vivienda se desarrollaron tomando un módulo llamado la semilla, que reúne las condiciones antisísmicas. El tamaño y crecimiento de la vivienda se realizará en función de las condiciones económicas, disponibilidad de materiales y tiempo. Si existen las condiciones se puede construir directamente la última etapa. La propuesta contempla para este caso, sala comedor - baño, cocina y dos dormitorios.



Vivienda completa

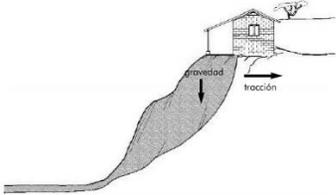
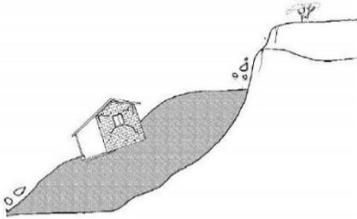
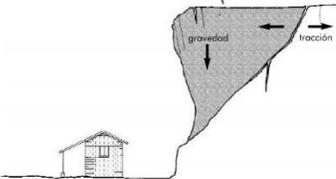
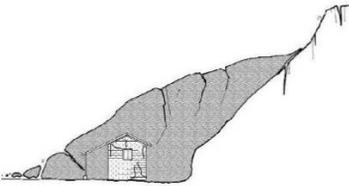
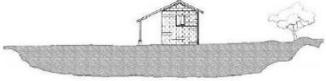
Dimensiones = 6.96 m x 7.78 m
Espacio habitable = 54.14 m²
Adobes enteros = 2454 unidades
Medios adobes = 930 unidades



Recomendaciones previas para la selección del terreno para construir

Construir una vivienda requiere de una decisión adecuada al escoger el terreno, se necesitan ciertos criterios básicos de reconocimiento: un terreno plano y seco con un suelo duro será lo apropiado. Es mejor evitar las zonas no adecuadas para la construcción: pantanos, barrancos, cerca de los ríos, sobre antiguas minas, sobre rellenos sanitarios, etc. Si construimos una vivienda correctamente, pero en un terreno no adecuado, se generan los mismos riesgos que en una mala construcción.

Figura 7.1 Principales efectos de sismos en una vivienda.

Posición	Efecto	Descripción
		Viviendas en barrancas Están constituidos por terrenos blandos, limo-arcillosos, depositos de materiales, etc. no son buenos para construir una vivienda.
		Viviendas en zonas bajas No es recomendable construir una vivienda bajo un barranco que tiene los paramentos perpendiculares y que presenta grietas importantes.
		Viviendas en terrenos blandos En caso de un sismo la presencia de agua provoca el efecto de licuación y es en ese momento que el proceso de hundimiento total del suelo lleva a la destrucción de la construcción.



Recomendaciones previas para la orientación de la vivienda

La orientación de la vivienda es la primera acción importante que considerar para tener una vivienda fresca y cómoda. Estas recomendaciones contribuirán a tener una vivienda más fresca y con ello reducir el gasto de consumo de electricidad al sacarle provecho a las condiciones climáticas del entorno.

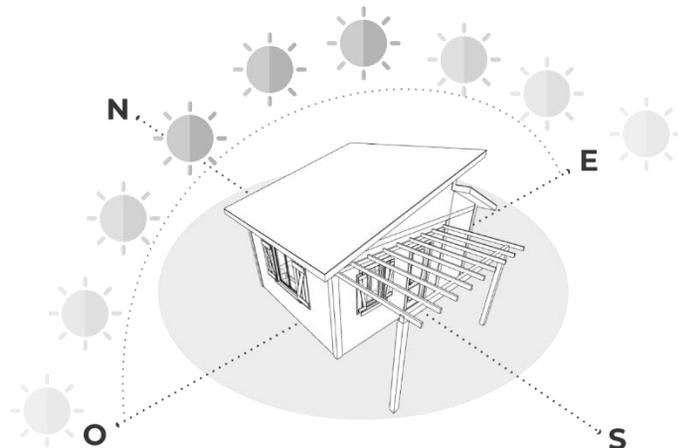
Figura 7.2 Orientación de la vivienda con base al aprovechamiento de la luz solar.



El sol se mueve de esta dirección **este a oeste**.



Los muros que estén en dirección **norte** serán los más frescos. Estos muros no tienen incidencia solar directa y son buenos para poner espacios donde se genere calor.



Muros de la zona oeste
Recibirán el sol de manera horizontal y directa por las tardes.

Muros de la zona este
Recibirán el sol de manera horizontal por las mañanas, por ello le dará el sol de manera directa.

Muros de la zona sur
Recibirán el sol todo el día, principalmente en invierno.



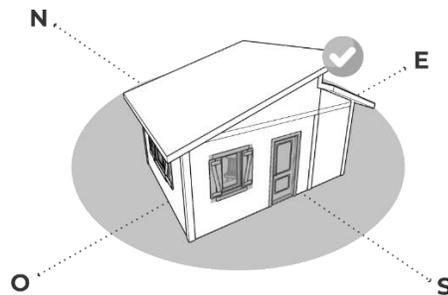
Los muros que estén en dirección **sur** serán los más calientes. Procura colocar ventanas en estos muros, ayudará a calentar la vivienda en otoño e invierno. Se recomienda colocar cortinas a las ventanas para ayudar a mantener el calor en la vivienda.



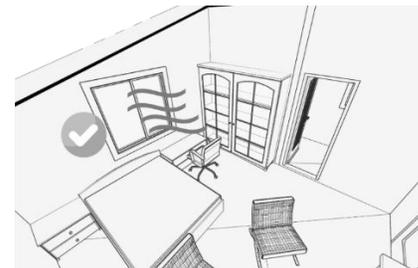
Recomendaciones previas para mejorar el confort de la vivienda a construir

A continuación, se enlistan algunas recomendaciones para mejorar el confort de la vivienda.

Figura 7.3 Recomendaciones de confort externas e internas de la vivienda.

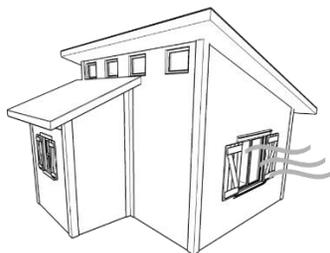


Si tienes demasiadas puertas o ventanas al **norte**, cambia algunas de dirección al **sur, este** y al **oeste**. Esto ayudará a tener ganancias de calor.

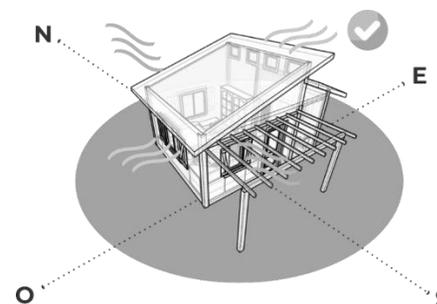


Para que la vivienda sea fresca en verano, construir una ventana al **oeste** para que entre el aire.

Por esta ventana entrará el aire en las épocas más calurosas del año, por ello, es necesario abrir una ventana en la dirección opuesta para que salga el aire.



Para que la vivienda sea más confortable en invierno, es necesario contemplar una ventana al **sur** para que entre la radiación solar.



Lo más económico e importante para la vivienda es aprovechar la energía del sol para calentarla en las temporadas más frías (otoño e invierno).

Además, el usar cortinas puede ayudarte a mantener el calor en tu vivienda.



Limpieza de terreno

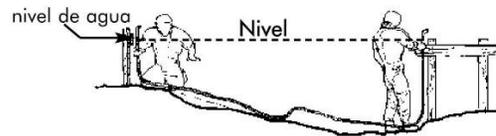
Para iniciar la construcción de la casa se empieza por la limpieza del terreno, para lo cual, se necesitan las siguientes herramientas: machete, carretilla, pala y pico, así como varios amigos o ayudantes que colaboren en esta labor para quitar las hierbas, raíces, piedras, basura para las maniobras de la construcción, este proceso puede realizarse en un día (entre tres y cuatro horas).

- ✓ Quitar y/o proteger árboles que lleguen a estorbar el proyecto de la casa, así como extraer las raíces.
- ✓ Remover piedras o rocas si es necesario.
- ✓ Desmontar los arbustos o maleza que estorbe la construcción de la casa para las maniobras de la construcción.

Trazado y replanteo

La primera operación que se realiza al inicio de la construcción de una vivienda consiste en trasladar el diseño sobre el terreno.

Figura 7.4 Proceso para el trazado y replanteo.



1. Nivel vertical. Con la ayuda de una manguera transparente y agua se realiza:

- ✓ La verificación del % de desnivel del terreno.
- ✓ Definir las alturas de la cimentación.
- ✓ Trasladar alturas de un punto a otro.



2. Trazado. Definir con la ayuda de estacas provisionales y una cuerda, una línea AB que denominamos línea "maestra" o de referencia.

Para trazar la línea ortogonal CD (ángulo recto) a la línea "maestra", se utiliza el método del 3,4,5, o sea realizar una escuadra con ayuda de un decámetro. Ubicamos el punto de cruce, fijamos el punto D, se tira la cuerda hacia el punto E tratando de alinear a la escuadra previamente definida.

La siguiente línea ortogonal EF se realiza igual que la anterior. Finalmente, la línea GH paralela a la línea maestra, tomando previamente las distancias requeridas.

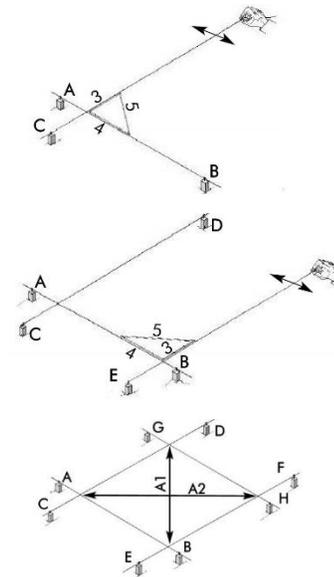
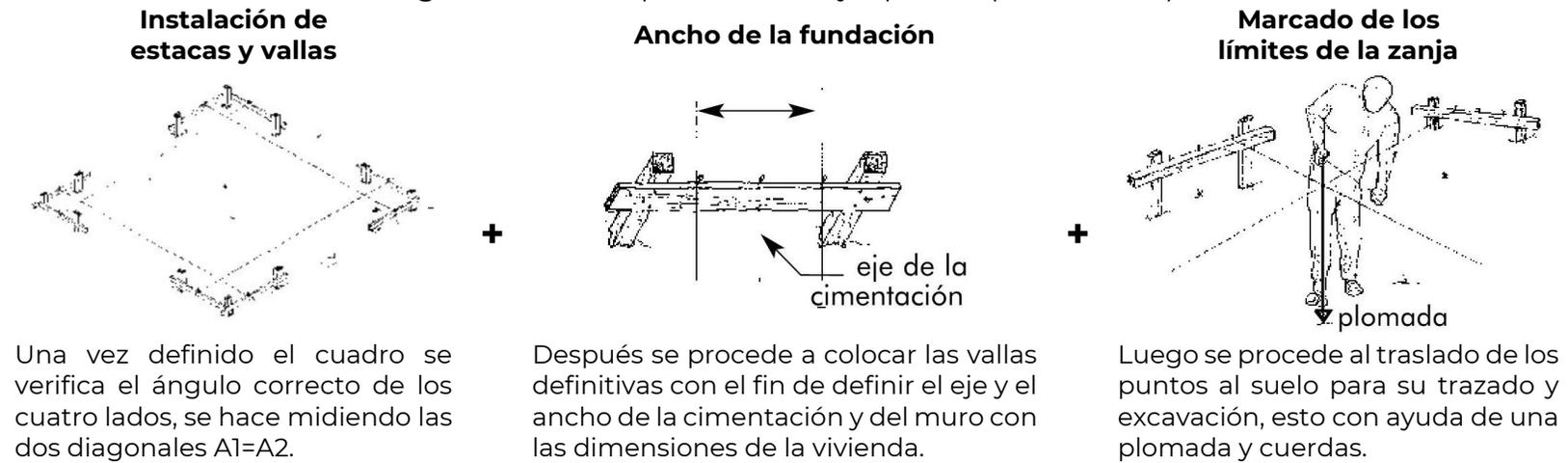




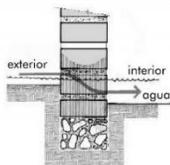
Figura 7.5 Proceso para el trazado y replanteo (continuación).



Cimentaciones

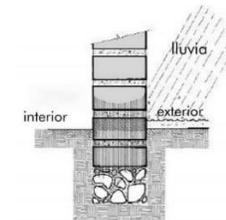
El trabajo de las cimentaciones es de transmitir la carga de la construcción al terreno. El peso de la estructura debe estar adaptado a la capacidad portante del terreno que debe a su vez ser un suelo estable, garantizando a su vez una buena conexión entre la estructura y la cimentación y un buen anclaje entre esta y el suelo.

Inundación



Es necesario tener una buena cimentación y que los sobrecimientos rebasen unos 20 cm por encima del nivel del terreno al exterior para evitar así que: 1. Cuando llueva el muro no absorba la humedad. 2. Si el nivel de piso interior es más bajo que el exterior habrá inundaciones. Si esto ocurre los muros serán debilitados y frente a un sismo se caerán fácilmente.

Absorción de la humedad



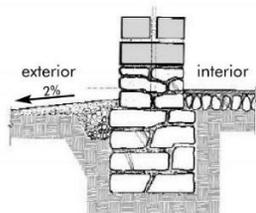


Sobrecimientos y cimientos

La decisión de escoger un tipo de material para las cimentaciones estará en función de la disponibilidad del material, los costos y rapidez en la puesta en obra. A continuación, en la figura 7.6 se anexan los tipos de cimientos y sobrecimientos que pueden emplearse en la construcción de la vivienda.

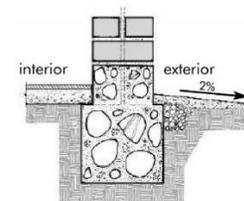
Figura 7.6 Cimientos de mampostería de piedra y cimientos de hormigón de ciclópeo (es técnica constructiva basada en la utilización de bloques de piedra de grandes dimensiones que, superpuestos y vinculados entre sí, sin ningún tipo de argamasa o mortero, permitían materializar diversas estructuras. (arriba), sobrecimiento con bloques de hormigón y cimientos con piedras y hormigón (abajo)).

Cimientos



Cimiento de mampostería de piedra

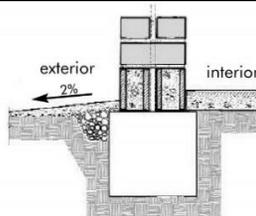
El ancho mínimo de una cimentación será de 40 cm. Sin embargo, se recomienda que sea una relación 1.5 veces el ancho del muro.



Cimiento de hormigón de ciclópeo

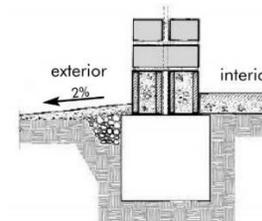
+

Sobrecimientos



Sobrecimiento con bloques de hormigón (40 cm x 20 cm x 14 cm) y relleno con hormigón

Altura mínima será de 20 cm.



Sobrecimiento encofrado con piedras y relleno de hormigón



Muros

El muro es un elemento que cumple una función estructural, lo cual quiere decir que soporta el peso de la cobertura y la transmite hacia el cimiento, además cumple una función delimitadora, permite dividir los espacios. Un muro de carga transmite las cargas que recibe del techo más su peso propio a las cimentaciones. Cuando ocurre un sismo, el muro soporta cargas perpendiculares a su plano. Para este caso se empleará mortero en los muros de carga con una proporción de una parte de cal y tres de arena, mientras que para muros de mampostería una parte de cal por cuatro de arena. En la figura 7.7 ilustra el procedimiento constructivo de muros, en la figura 7.8 se detalla el proceso constructivo técnico del muro, en la figura 7.9 se ejemplifica los tipos de asentado de adobes con recomendaciones para implementarlo de la mejor manera, en la figura 7.10 la alternativa de control vertical y horizontal, y en la en la figura 7.11 se anexan los aparejos de muros simples y contrafuertes.

Figura 7.7 Procedimiento constructivo de muros.

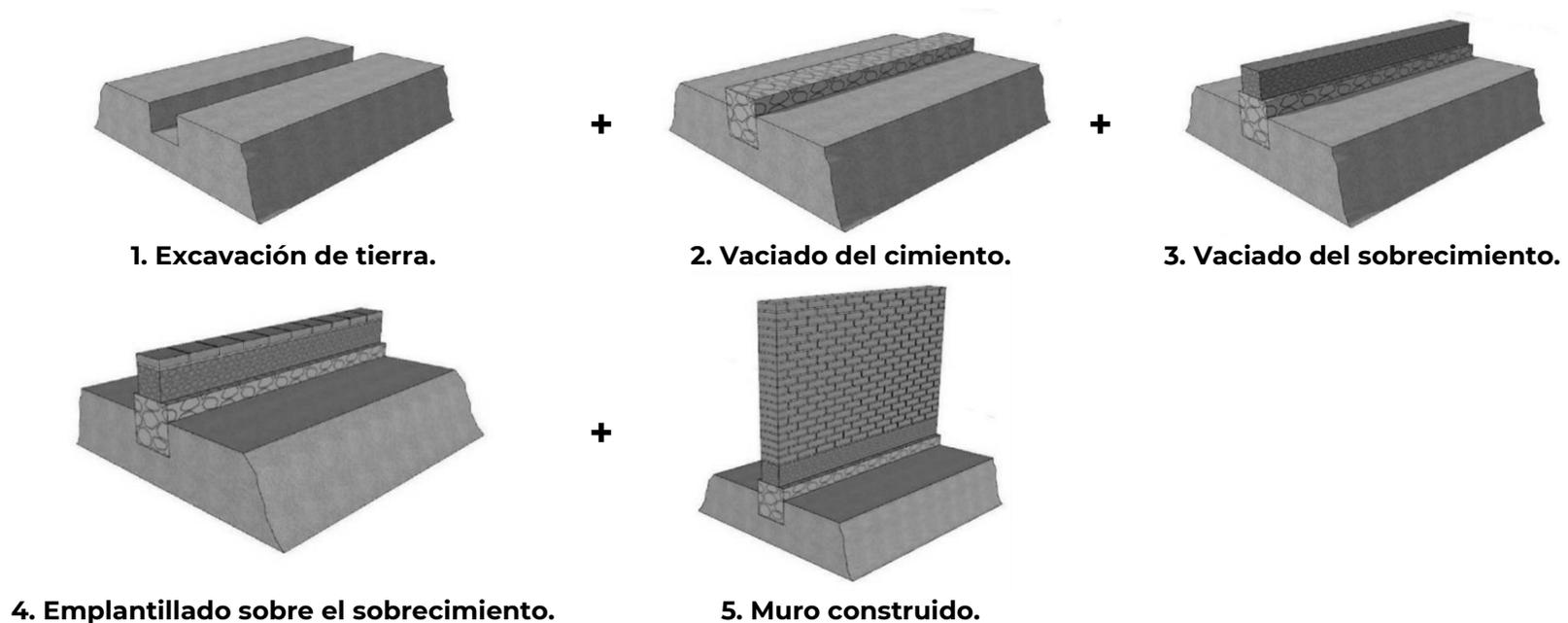
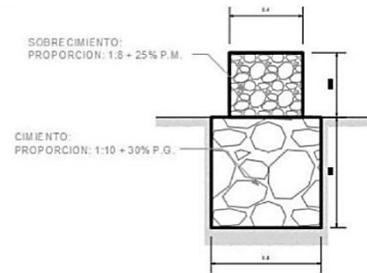




Figura 7.8 Detalles técnicos constructivos del cielo raso del techo interior.

Detalle 1. Cimiento y sobrecimiento



Detalle 2. Cimiento y muro

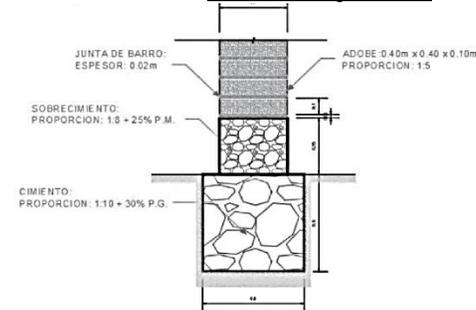
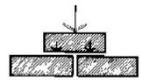
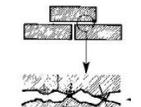


Figura 7.9 Proceso para el levantamiento de muros.

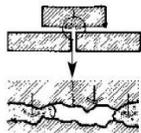
Asentado del mortero



Un buen trabado de adobes favorece una buena repartición de las cargas.



Un asentado deficiente transmite mal las cargas y atenúa la fractura del bloque.

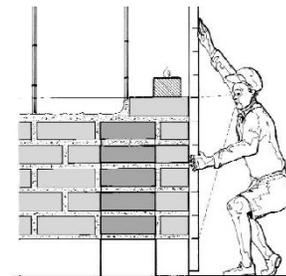


El mal uso del mortero propicia que queden espacios vacíos.



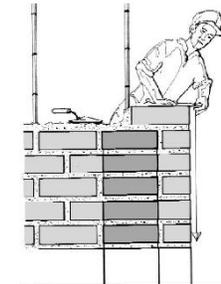
Correcta colocación del mortero.

Verificación de la altura



*Utilizar una regla graduada a 12 cm (adobe + junta) y verificar la altura cada vez que se coloca el adobe maestro.

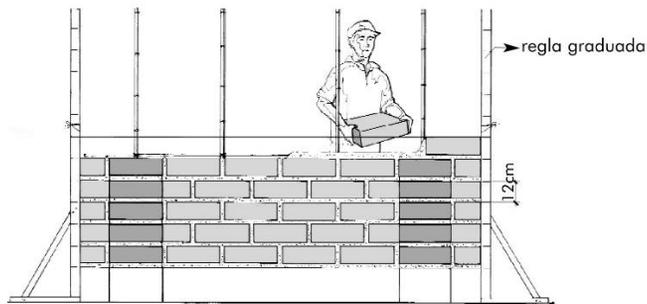
Verificación de la verticalidad



*A través de la utilización de una plomada podemos verificar la verticalidad desde el bloque maestro hasta la primera hilada.



Figura 7.10 Alternativa para la verificación de la altura y verticalidad.



Una manera eficaz de verificar el nivel horizontal y la verticalidad del muro es instalar reglas graduadas fijas en los cuatro lados de la construcción, esto favorece la rapidez de ejecución, pero a la vez es más costoso.

Figura 7.11 Aparejo de muros simples (izquierda) y con contrafuertes (derecha).

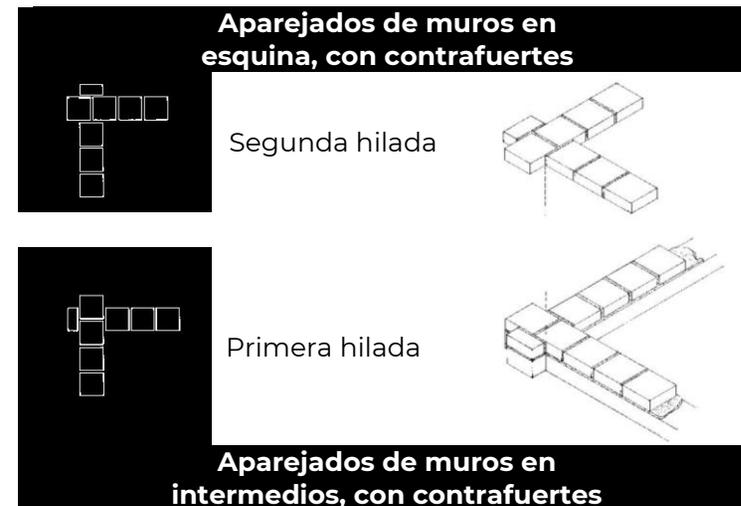
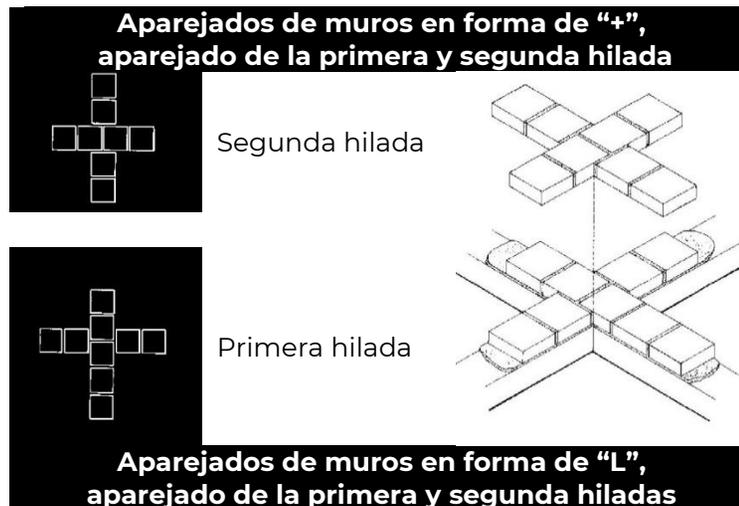




Figura 7.11 Aparejo de muros simples (izquierda) y con contrafuertes (derecha).

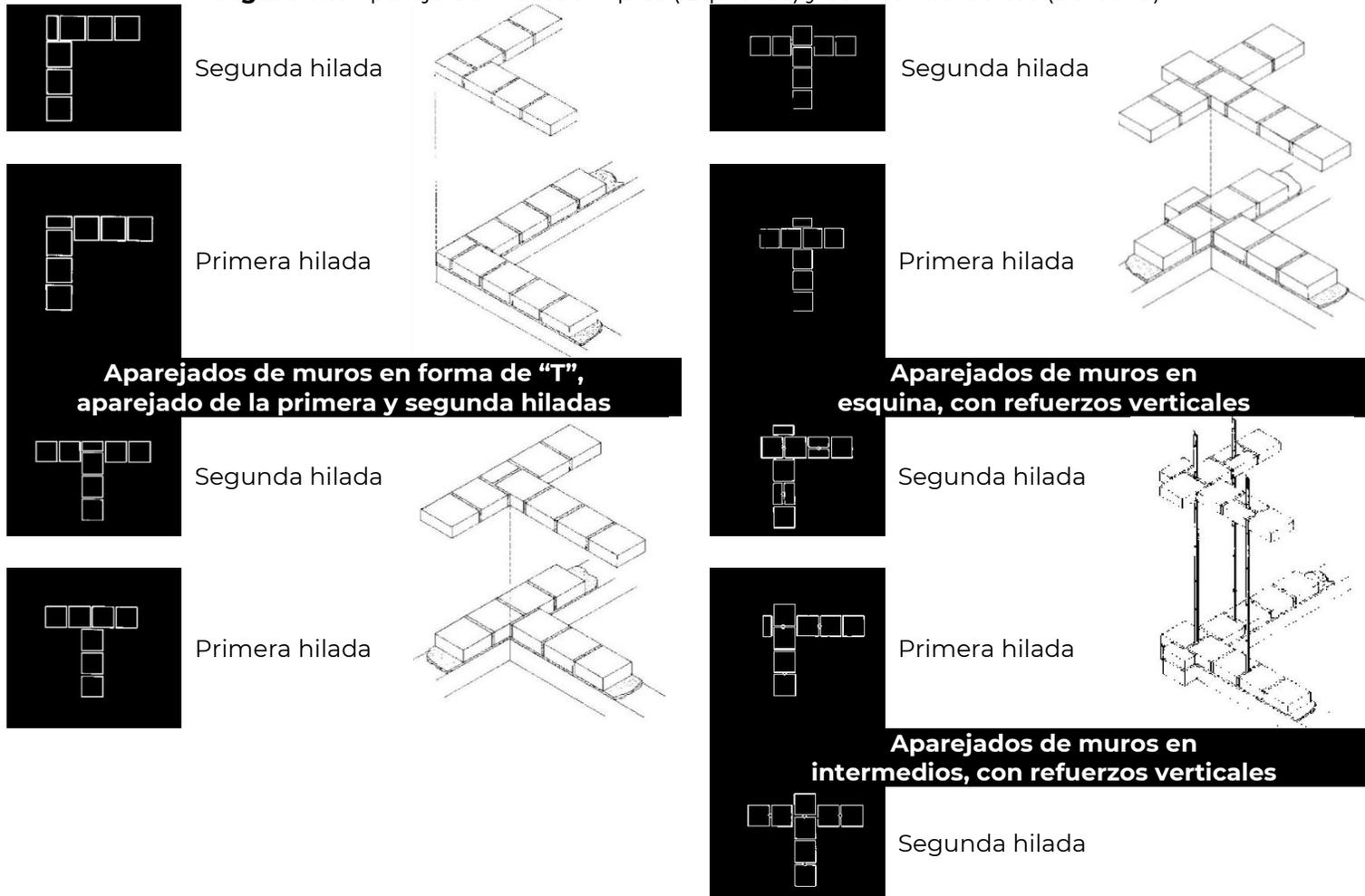




Figura 7.11 Aparejo de muros simples (izquierda) y con contrafuertes (derecha).



Refuerzos

Los refuerzos verticales y horizontales incrementan la resistencia de los muros frente a los sismos. Colocar refuerzos al interior del muro mejora su estabilidad, evita la separación de ellos en las esquinas y por tanto el desprendimiento y caída del mismo.

Figura 7.12 Detalle del refuerzo frente a un sismo.

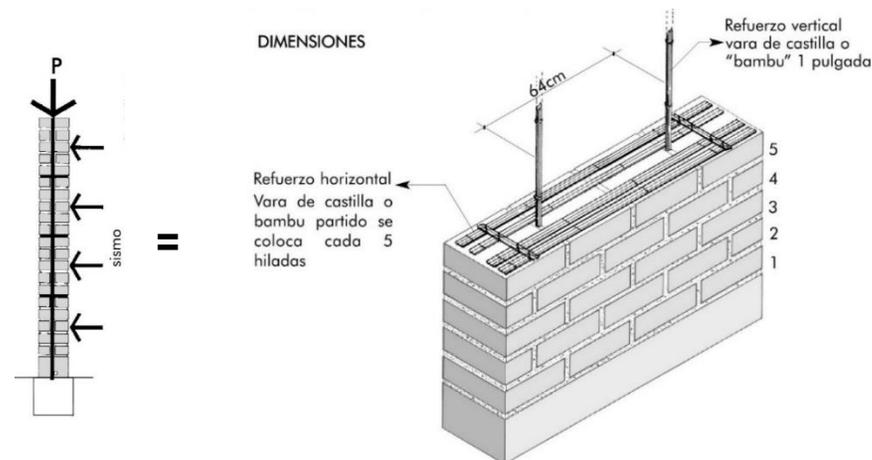
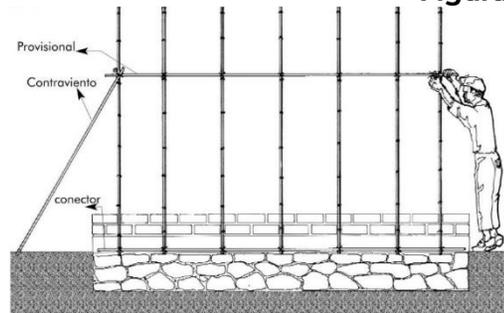




Figura 7.13 Detalles de la instalación del refuerzo.



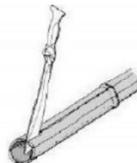
Definido el emplazamiento de las varas se procede a ponerlas de forma vertical, para ello nos apoyaremos en un conector horizontal en la parte baja (sobrecimiento) y otro en la parte alta, estos conectores nos permitirán mantener las varas verticales a medida que se levanta el muro, por lo que solo serán de manera provisional, también nos debemos apoyar en los laterales colocando varas de contravientos.

Detalles de la instalación



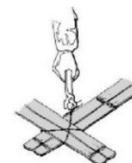
Fracturar los nudos de la vara.

+



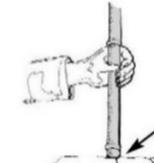
Abrir las varas de un solo extremo.

+



En el encuentro de las esquinas asegurar con un alambre.

+



Cortar las varas siempre después de un nudo.

Vigas de cerramiento

Es un anillo o cinturón que rodea a la edificación en la parte superior con el fin de transmitir correctamente los esfuerzos frente al sismo, también funciona para:

- ✓ Dar continuidad entre los muros transversales.
- ✓ Aumenta la resistencia a la flexión.
- ✓ Mayor continuidad entre techo y muro.

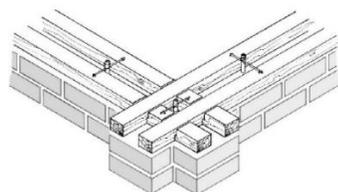


En la figura 7.14 se detallan los tipos de viga de cerramiento existentes, con la finalidad de seleccionar el más viable dependiendo del costo y tiempo.

Figura 7.14 Tipos de viga de cerramiento.

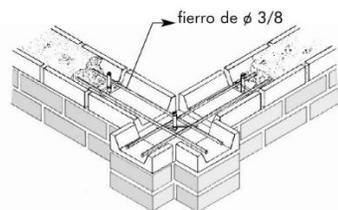
Viga de madera

- = En zonas donde la madera es accesible esta solución se presenta como la más rápida, resta solo en los encuentros garantizar un buen empalme (machimbrado). Se recomiendan vigas de 10 cm x10 cm.



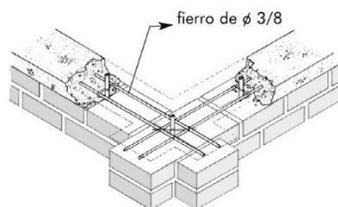
Bloque en U

- = La ventaja es la rapidez en su colocación, pero requiere producir los bloques "U" estabilizados con una proporción de 1:8 cemento-arena.



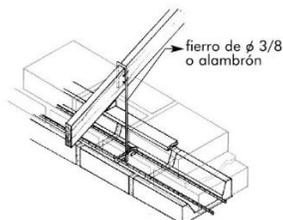
Viga en concreto armado

- = Una alternativa que presenta inconvenientes de costo, requiere de encofrado de madera y un tiempo de secado.



Recomendación en el detalle de conexión del techo

- = Es importante en cualquiera de las alternativas realizar la conexión de la viga con el techo con el fin de asegurar la resistencia frente a las fuerzas ciclónicas.





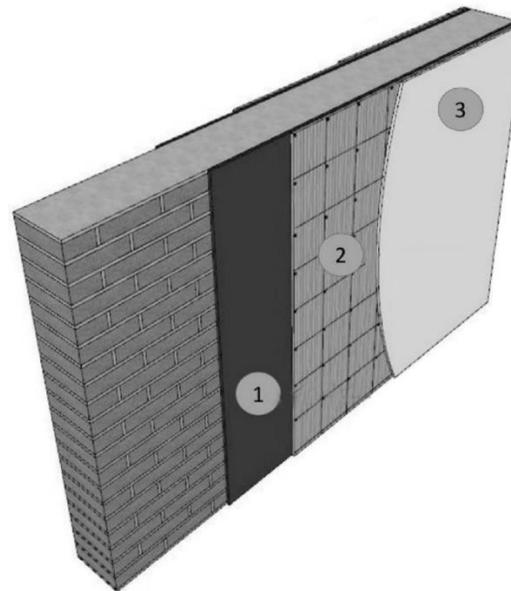
Acabado en el muro

El procedimiento es llamado tarrajeo, el cual consiste en colocar balas o porciones de barro sobre el muro y apretarlas con la mano. Luego emparejar la superficie y dejarla secar.

Posteriormente se procede a darle una segunda mano de agua y aplicar con una espátula la segunda capa de barro. Para la colocación del colchón de paja, en primer momento se procede a colocar el colchón de paja, se refuerza con geomallas, esta va sujeta con clavos. Para finalizar es el pulido que es frotar la superficie circularmente con una piedra lisa, luego frotar nuevamente la superficie con una piedra más lisa (figura 7.15).

En la figura 7.16 se detalla el proceso constructivo técnico del acabado del muro.

Figura 7.15 Detalles isométrico del muro de adobe con acabado de barro, paja y tierra blanca.



1 Primera capa

Capa de barro

Material. Tierra húmeda
Espesor. 2 cm
Proporción. 1:5
Color. Marrón oscuro
Mano de obra. S/.50 por m².

2 Segunda capa

Capa de paja, geomalla y clavos

Material. Paja, geomalla y clavos
Espesor. 2 cm
Color. Amarillo paja
Mano de obra. S/.30 por m².

3 Tercera capa

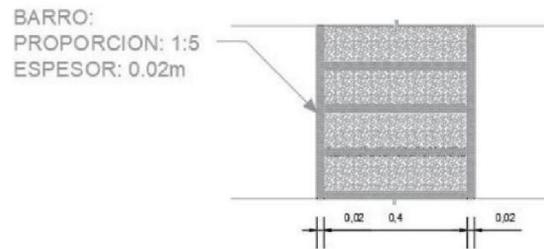
Capa de tierra blanca

Material. Tierra húmeda
Proporción. 1:5
Espesor. 2 cm
Color. Blanco
Mano de obra. S/.90 por m².

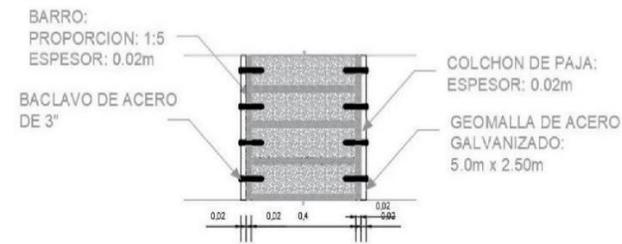


Figura 7.16 Detalles técnicos constructivos del acabado en muros.

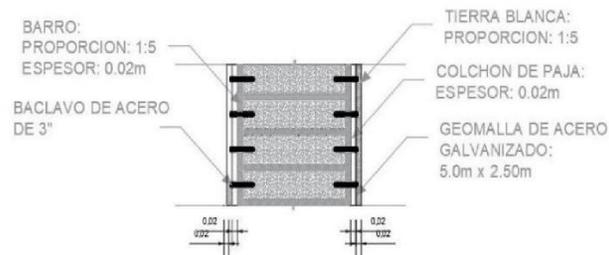
Detalle 1. Recubrimiento de barro



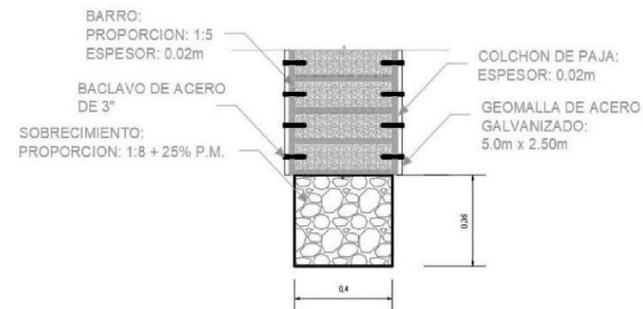
Detalle 2. Recubrimiento de paja



Detalle 3. Recubrimiento con tierra blanca



Detalle 4. Recubrimientos y sobrecimiento



Recomendaciones

- ✓ Evitar que el tarrajeo presente rajaduras.
- ✓ Antes de ubicar el revestimiento, limpiar la superficie del polvo y dar una mano de agua.
- ✓ El pulido con piedra contribuye en el incremento de la resistencia del tarrajeo.
- ✓ Sujetar bien las mallas con los clavos.



Techo

Una vivienda en caso de un sismo requiere de un techo ligero y que reparta su carga de manera homogénea sobre los muros. También es necesario que se consideren los aleros (parte inferior del tejado, que sobresale de la pared y sirve para desviar de ella el agua de lluvia) como parte de la protección del muro, ellos no deben ser menores de 50 cm ni mayores de 1 m. En este sentido para la propuesta de esta vivienda, se consideró un techo de madera a dos aguas. El techo se estructura de la siguiente manera:

- ✓ Estructuración a base de viga madrina y largueros. Los largueros se apoyan sobre los muros y sobre la viga madrina o viga cumbreira separados 61 cm.

Viga madrina y largueros

Una forma de estructurar un techo de dos aguas sin necesidad de usar tirantes es una viga cumbreira robusta, apoyada en sus extremos sobre postes o muros de carga, para soportar los extremos superiores de los largueros. Como tablón cumbreira se puede formar con uno o dos tablonces de madera de pino de 2" (5.08 cm) x 10" (25.4 cm) x 12' (30.48 cm) y colocar los largueros de madera de 2" (5.08 cm) x 8" (20.32 cm) x 16' (40.64 cm) y recortándolos a 4.38 m separándolos a cada 61 cm.

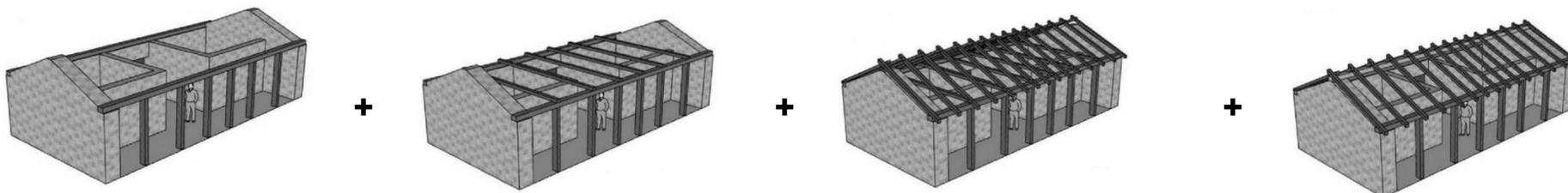
Para armar la viga cumbreira, se necesitan 4 piezas de 2" (5.08 cm) x 10" (25.4 cm) de 3.66 m, solo 2 piezas se cortarán a una medida de 3.08 m y acoplarán de manera que al final las 4 piezas unidas formarán la viga cumbreira y tendrá una medida de 4" (10.16 cm) x 10" (25.4 cm) con un largo de 6.68 m. La unión de los tablonces se hace con clavos de 2 ½ " (6.35 cm) en tres bolillos a cada 80 cm a lo largo del tablón cumbreira.

En la figura 7.17 se describe el proceso constructivo de la cubierta de madera y el tejado, en la figura 7.18 se detalla el proceso técnico para la construcción de la cubierta.





Figura 7.17 Proceso constructivo de la cubierta de madera y el tejado.

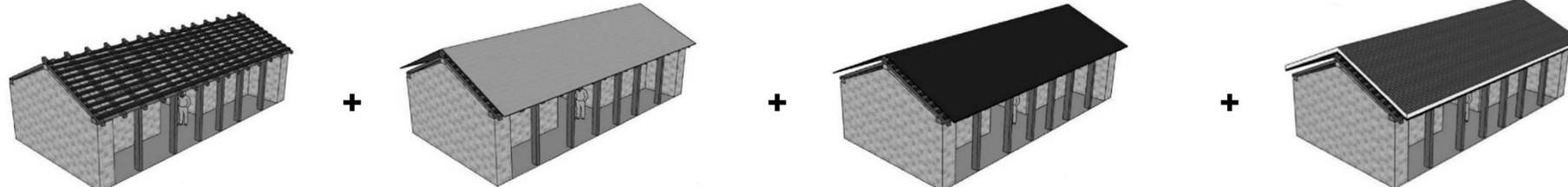


1. Solera. Son las maderas colocadas alrededor del muro de adobe o sobre el soporte de un parante.

2. Tirante. Son las maderas que descansan sobre la solera.

3. Palizada. Son las maderas que se colocan desde la cumbreira hasta la solera, en algunos casos sobresale, creando el famoso alero.

4. Viga cumbreira. Es la madera que se ubica en la intersección de las faldas; en la parte más alta de la cubierta.



5. Correas. Es la madera que se ubica sobre las palizadas.

6. Capa de paja. La capa de paja tiene un espesor de 2.5 cm.

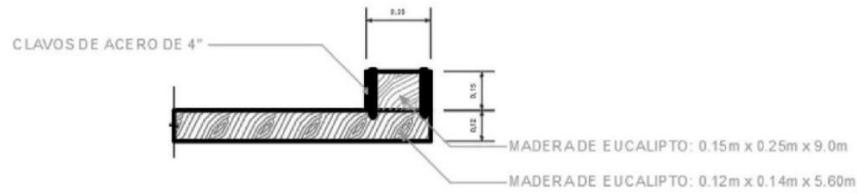
7. Capa de barro. La capa de barro tiene un espesor de 2.5 cm.

8. Tejado. El tejado está hecho a base de tejas artesanales que tienen una dimensión de 50 cm x 22 cm x 1 cm.

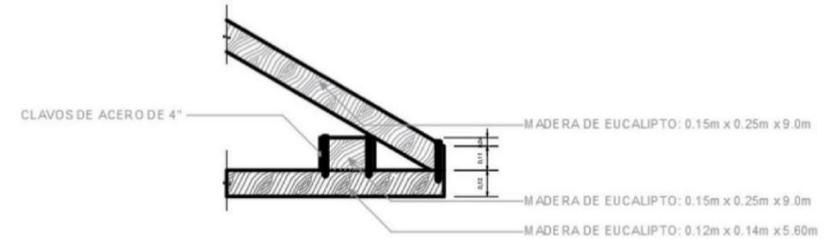


Figura 7.18 Detalles técnicos constructivos de la cubierta.

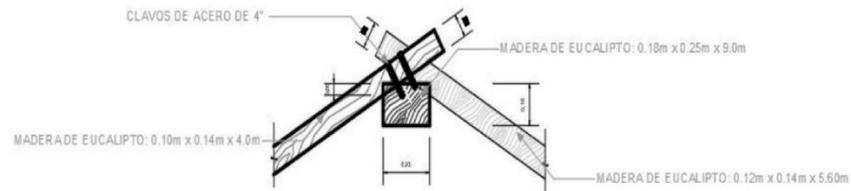
Detalle 1. Unión de la solera y el tirante



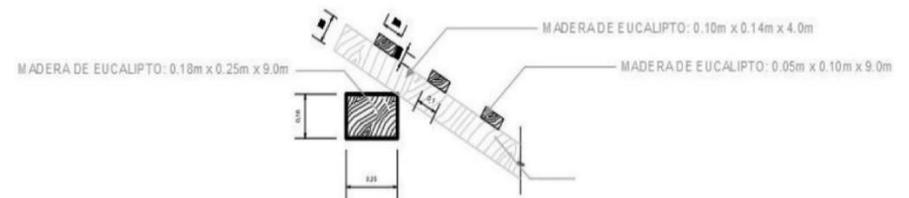
Detalle 2. Unión de la palizada y el tirante



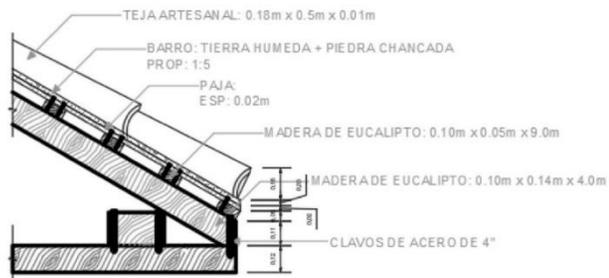
Detalle 3. Unión de viga cumbreira y la palizada



Detalle 4. Unión de la palizada y las fajas



Detalle 5. Estructura de madera y cubiertas

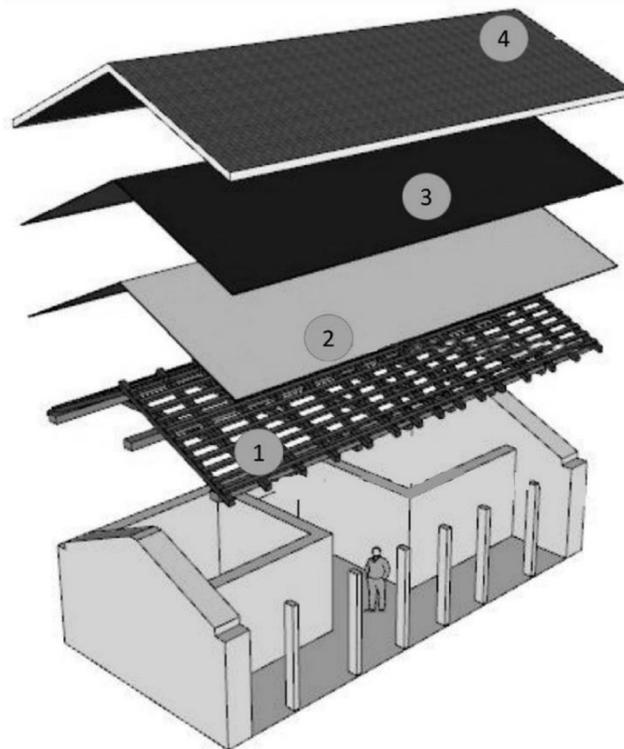




Acabados de la cubierta

La vivienda contempla una estructura de madera y tres coberturas. La madera que se propone es extraída del árbol de eucalipto, la capa de barro que se implementa es mezclada con paja molida, la teja artesanal está en su punto intermedio (ni muy cocida ni muy cruda). La finalidad de estas coberturas es proteger contra la intemperie. La primera capa es de paja de 2.5 cm de espesor, la segunda capa de barro artesanal con un espesor de 2.5 cm y la última capa es teja artesanal con un espesor de 1 cm (figura 7.19).

Figura 7.19 Detalles de los acabados en la cubierta.



1. Estructura

Estructura de madera

Material. Madera y clavos
Dimensiones de cada madera:
✓ Solera (18 cm x 25 cm x 9 cm)
✓ Palizada (0.14 cm x 0.14 cm x 4 m)
✓ Cumbrea (18 cm x 25 cm x 9 cm)
✓ Faja (5 cm x 10 cm x 9 cm)
Dimensión del clavo. 4"
Color. Marrón claro
Mano de obra. S/90 por m².

2. Primera capa

Capa de paja

Material. Paja
Espesor. 2.5 cm
Proporción. 1:5
Color. Amarillo
Mano de obra. S/90 por m².

3. Segunda capa

Capa de barro

Material. Teja artesanal
Espesor. 1 cm
Proporción. 1:5
Color. Marrón oscuro
Mano de obra. S/90 por m².

4. Cuarta capa

Capa de teja

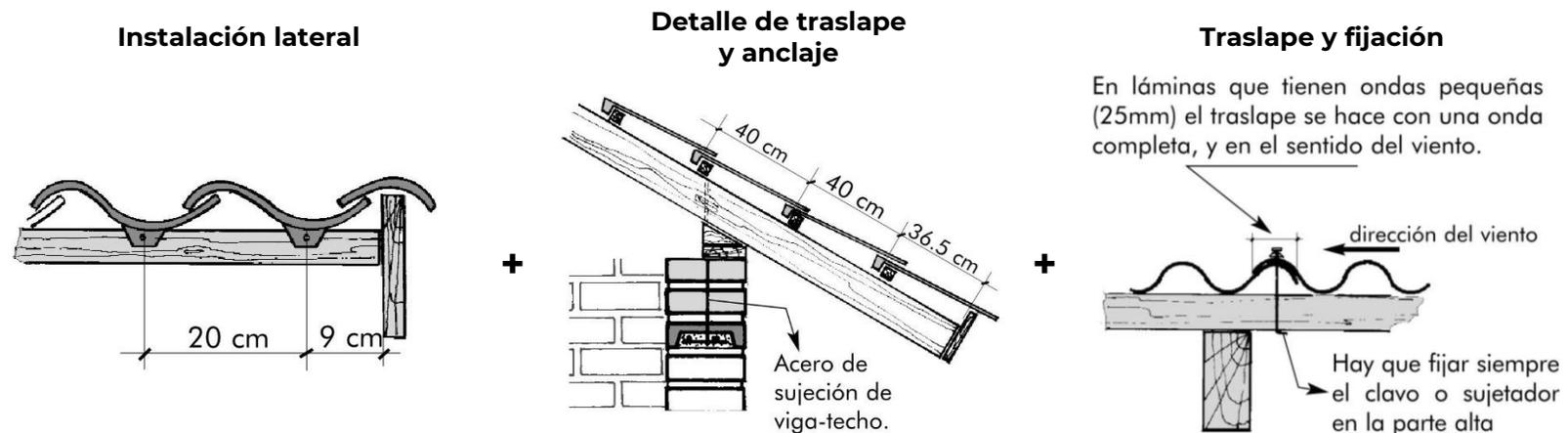
Material. Teja artesanal
Tamaño. 18 cm x 50 cm x 1 cm
Espesor. 1 cm
Color. Rojiza
Mano de obra. S/90 por m².



Instalación de la teja de barro

Las tejas de barro solo pueden colocarse en techos con pendiente mínima de 25%. Se debe iniciar sobre la parte más baja y avanzar de un lado al otro, la primera se coloca con la curvatura hacia arriba y separadas por listones que servirán para fijarlas sobre la cubierta. Se inicia la primera fila con la curva hacia arriba y el siguiente igual pero traslapado 5 cm sobre la fila inferior (figura 7.20).

Figura 7.20 Detalles de la instalación de la teja artesanal.

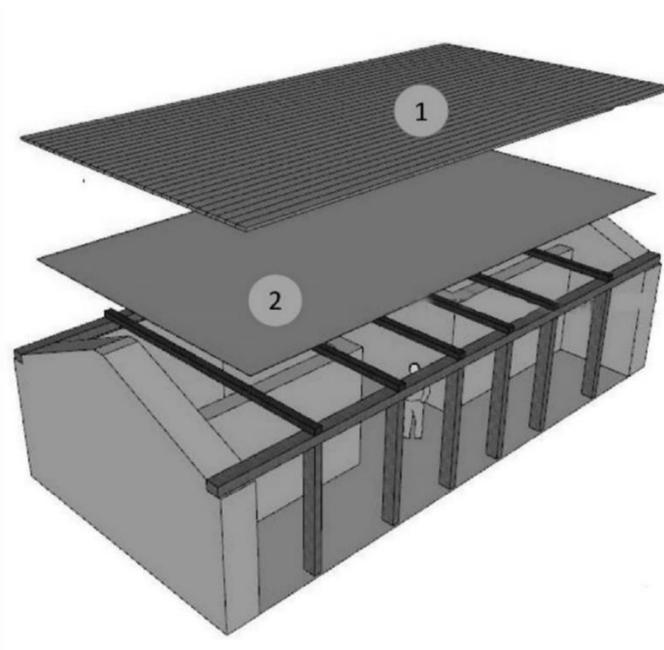


Instalación del cielo raso del techo interior

Es el elemento constructivo que se utiliza para el cierre y terminación interior de la vivienda, esto se hace con la finalidad de mantener la estética interior de la vivienda, evitando que se expongan elementos no deseados y creando armonía en el espacio interior con soluciones y molduras especiales. En la figura 7.21 se detalla las capas que recubren la cubierta interna de la madera barnizada, en la figura 7.22 se detalla el proceso técnico de los detalles constructivos del cielo raso del techo interior.



Figura 7.21 Detalles de la cubierta interna de madera barnizada.



1 Primera capa

Capa de tablonces de madera

Material. Tabla
Dimensiones. 20 cm x 5 cm x 9 m
Dimensión del clavo. 4"
Color. Marrón claro
Mano de obra. S/50 por m².

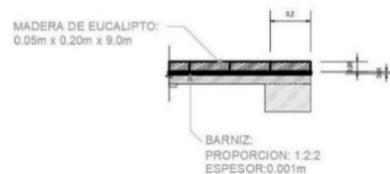
2 Segunda capa

Capa de barniz

Material. Barniz
Espesor. 1/2 mm
Proporción. 1:2:2
Color. castaño
Mano de obra. S/12 por m².

Figura 7.22 Detalles técnicos constructivos del cielo raso del techo interior.

Detalle 1. Unión de tablonces barnizados



Detalle 2. Unión de las tablas barnizadas y las fajas





Pisos

El piso es el acabado final de la vivienda, viene a ser también la superficie destinada a la circulación de los usuarios. En la figura 7.23 se ilustra el proceso del acabado del piso, la figura 7.24 se detalla el proceso técnico constructivo del piso, y finalmente la figura 7.25 los tipos de acabados finales del piso.

Figura 7.23 Procedimiento constructivo del piso.

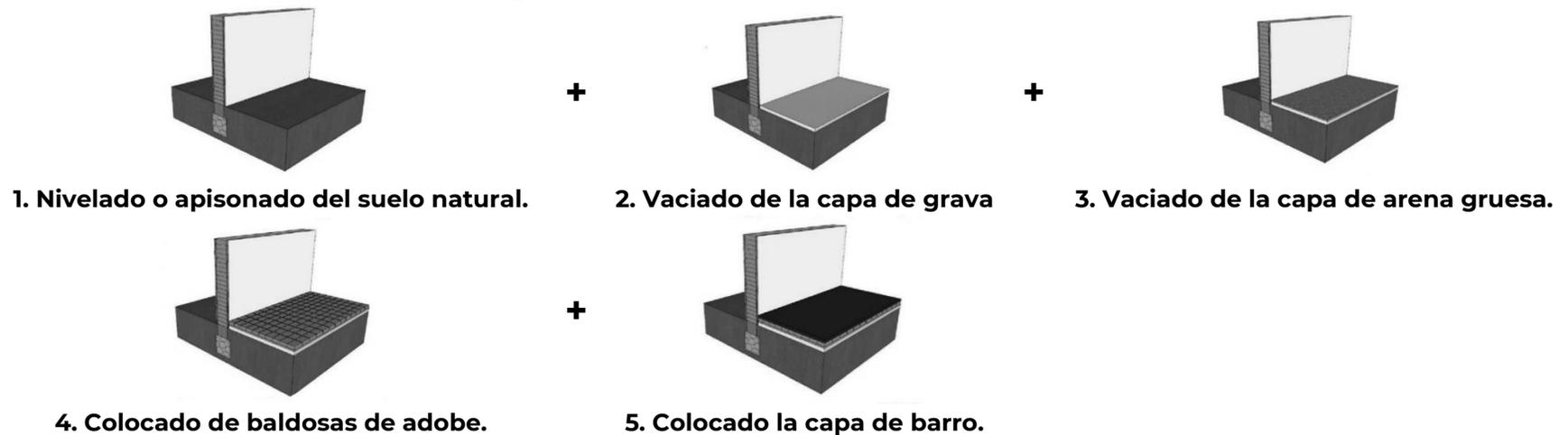
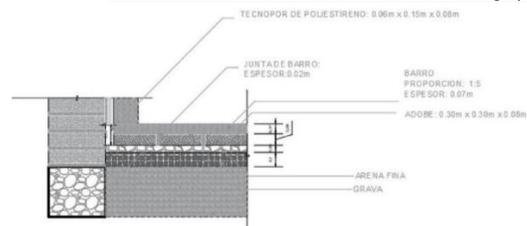


Figura 7.24 Detalles técnicos constructivos del piso.

Detalle 1. Unión del acabado del muro y piso



Detalle 2. Capas del acabado del piso

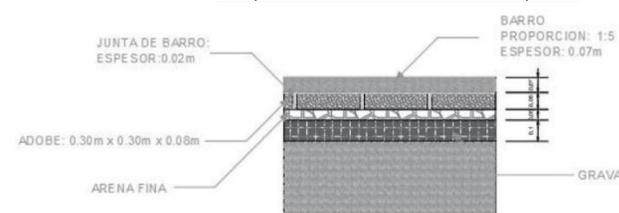
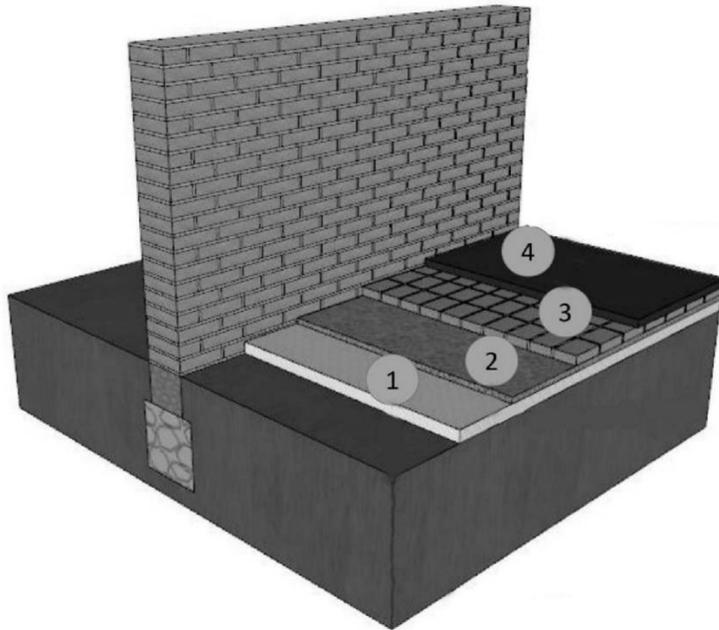




Figura 7.25 Detalles isométrico de los materiales implementados en el acabado del piso.



1. Primera capa

Capa de grava

Material. Grava
Proporción. 1:5
Espesor. 10 cm
Color. Plomo
Mano de obra. S/.50 por m².

2. Segunda capa

Capa de arena gruesa

Material. Arena gruesa
Espesor. 5 cm
Proporción. 1:5
Color. Plomo
Mano de obra. S/.50 por m².

3. Tercera capa

Capa de baldosas de adobe con junta de barro

Material. Adobe
Espesor. 8 cm
Proporción. 1:5
Color. Amarillo paja
Mano de obra. S/.30 por m².

4. Cuarta capa

Capa de barro

Material. Tierra húmeda
Proporción. 1:5
Espesor. 7 cm
Color. Marrón rojiza
Mano de obra. S/.90 por m².



Puertas y ventanas

Las puertas y ventanas son dispositivos de la arquitectura que atraviesa transversalmente, estando presentes en todo tipo en las viviendas. Ambos vanos permiten el traspaso de aire y luminosidad, además, en el caso de la puerta, del tránsito y el cambio de una situación espacial a otra. Para la instalación, primero se coloca el contramarco. Para ello se usan tirantes (opcional) para mantener el marco en posición, se verifica la nivelación y se procede a clavar. Después se instala el tope o batiente; para ello se fija una pieza por el lado exterior para que la puerta quede en la posición que estará cerrada. Clavar y pegar con adhesivo el tope en el lado interior. Para la colocación de las bisagras se marca la posición de las bisagras en la puerta (generalmente son 3), la profundidad del rebaje en la puerta debe ser igual al espesor de la bisagra. Ya instaladas, colocar la puerta en el contramarco, usar cuñas para levantar la puerta, marcar la ubicación de las bisagras, calar e instalar la puerta (figura 7.26).

Por otro lado, para la instalación de las ventanas se debe limpiar la superficie, sobre ésta se aplica una capa de sellador/pegamento, sobre la capa se ponen unas cuñas sobre las cuales se pondrá la ventana. Se coloca el marco en su sitio, se calza por cada lado, preferentemente en prolongación a los travesaños, después se procede a fijar el marco, se efectúa la perforación y se atornilla (clavos de 2 1/2"). Para sujetar sólidamente la ventana, se llena el espacio dejado entre el marco y la pared con espuma de poliuretano expansivo que da una fijación sólida y perfecto aislamiento. Después de que se haya endurecido, se quitan las cuñas y se tapan los agujeros con la espuma, se espera a que se endurezca y después se quitan los excedentes con un cutter.

Figura 7.26 Detalle de las medidas de las puertas.

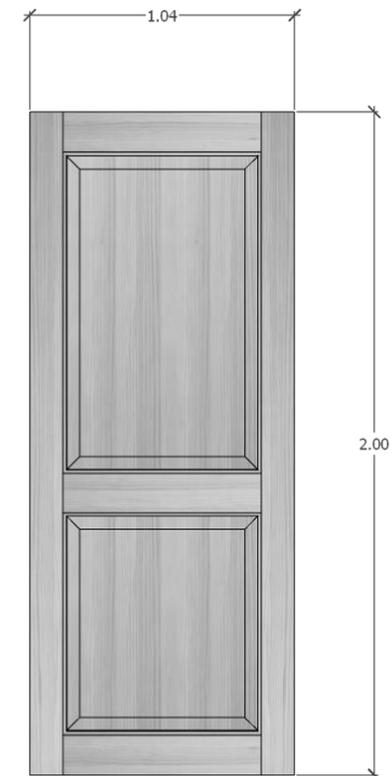
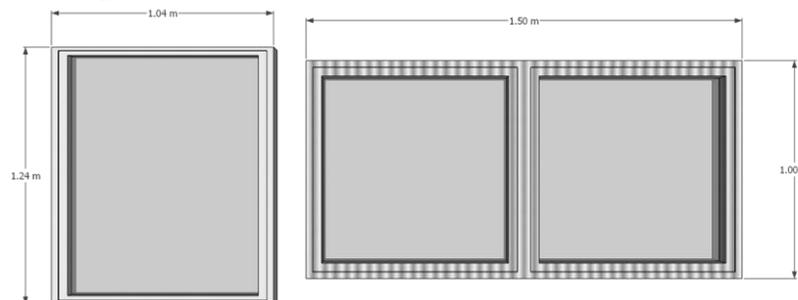


Figura 7.27 Detalle de las medidas de las ventanas.





Instalación de la pérgola de bambú en la fachada principal

Los montantes, los soportes y las vigas tienen diferentes dimensiones y están dispuestos de la siguiente manera:



5 vigas (5-7" x 3 m)



4 portadores (8-9" x 3 m)



4 portadores de (8-9" x 4 m)



4 montantes 9-10" x s de 3 m

Procedimiento de instalación

Paso 1

Prever una distancia de 3 y 4 metros entre los postes (medidas externas). Colocar dos de las varas de bambú de 3 metros de longitud y 9-10 cm de diámetro en paralelo al suelo y separadas 4 m. Asegurar de que el lado con más grosor apunte hacia abajo, ya que será la base de la pérgola de bambú.

Paso 4

Poner las vigas de bambú (3 m de longitud y 3-5 cm de diámetro) sobre los soportes y fijarlas con tornillos y tuercas (8 x 180 mm). La distancia entre vigas debe de ser 60 cm. Marcar el primer punto con el taladro en el centro de las vigas (a 2 m) y luego medir dos veces 60 cm a la izquierda y a la derecha. Tendrá cinco marcas por viga hacer agujeros de 10 mm

Paso 2

Situar los soportes de bambú (4 m y 6-8 cm de diámetro) por debajo de los montantes de bambú en el suelo. A continuación, medir 12 cm desde la parte superior de los montantes y realizar un agujero de 10 mm a través del montante y el soporte. Posteriormente fijar las cañas de bambú con los tornillos (8 x 200 mm). Repetir los mismos pasos en el otro extremo de la pérgola y apretar los pernos.

Paso 5

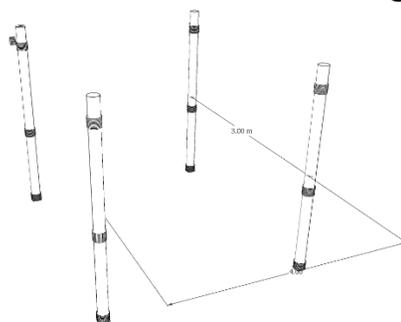
Una vez instalada la pérgola de bambú puedes elegir libremente el techado que quieras incorporar. Te recomendamos que puede ser de palma o paja.

Paso 3

Ahora que se encuentra en posición vertical, fijar los otros soportes de bambú (6-8 cm de diámetro y 3 m de longitud). Colocar el soporte de 3 m sobre el de 4 m y unir los dos lados de la pérgola de bambú. Fijar los soportes como se describió en el paso 2.

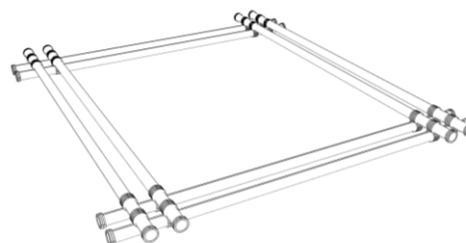


Figura 7.28 Proceso para la instalación de la pérgola de bambú.



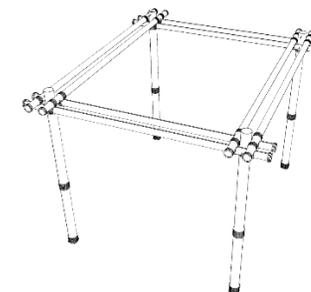
1. Colocación de postes

+

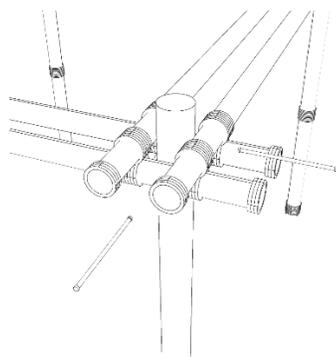


2. Incorporación de postes horizontales

+



3. Instalación de postes verticales



4. Instalación de vigas

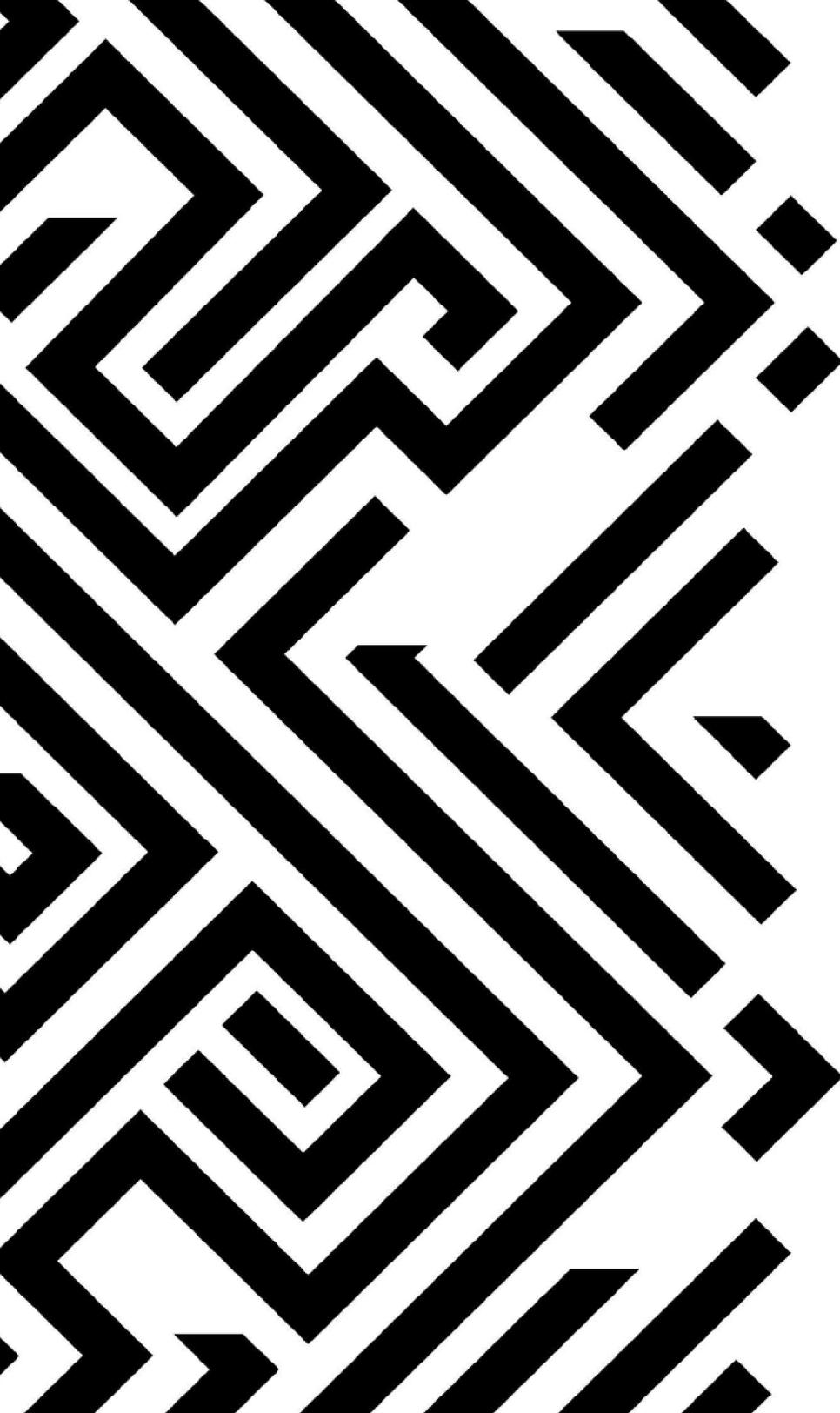
+



5. Colocación de material en el techado

Mantenimiento

Para el mantenimiento de las estructuras durante la operación se debe aplicar una pintura de aceite o de alguna laca, aunque lo más recomendable son los aceites y resinas a base de linaza. Los elementos metálicos usados en las uniones que estarán en contacto con la lluvia deben tener un tratamiento anticorrosivo. Se recomienda el aceite de palma, al cual se le deberá de incorporar dióxido de zinc o de titanio como protector UV. Una vez colocado el aceite se debe de aplicar una capa de cera para evitar que se pegue el polvo. Este mantenimiento deberá realizarse en periodos de 2 años.

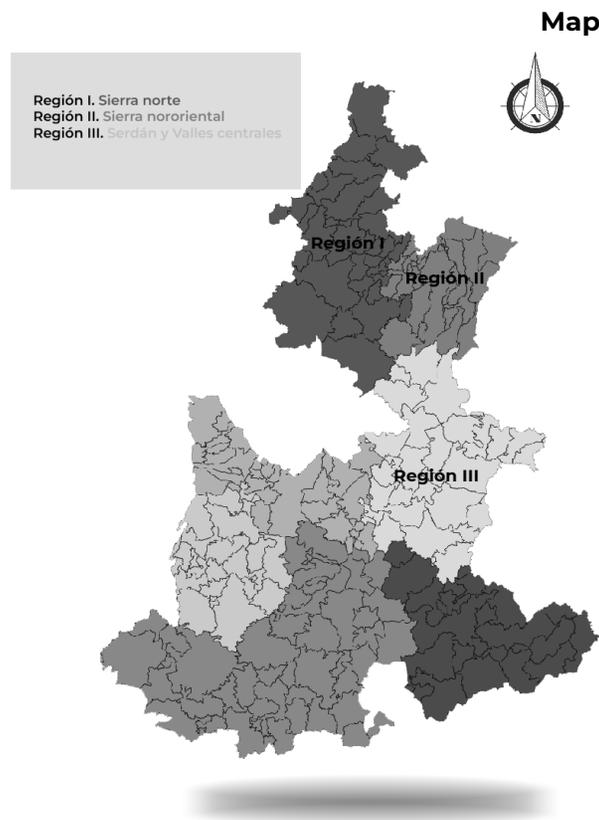


**Recomendaciones de uso
en las regiones del Estado**



8. Recomendaciones de uso en las regiones del Estado

Se consideraron las siete regiones del Estado de Puebla considerando el clima local de cada región y los materiales de construcción locales que predominan y que se detallan a continuación:



Región I Sierra Norte. Comprende 35 municipios, tiene un clima predominante húmedo y cálido con abundantes lluvias en verano. Además, la caracteriza las casas rectangulares de aspecto semirobusto con techos a dos y cuatro aguas. Entre los materiales que predominan son la piedra, casa de mampostería ordinaria a dos aguas con o sin acabado final, casa de mampostería de piedra ordinaria con arcada, piedra más madera, casa con columnas de mampostería y paredes de madera, piedra más adobe, , adobe en bloque Tapial, madera.

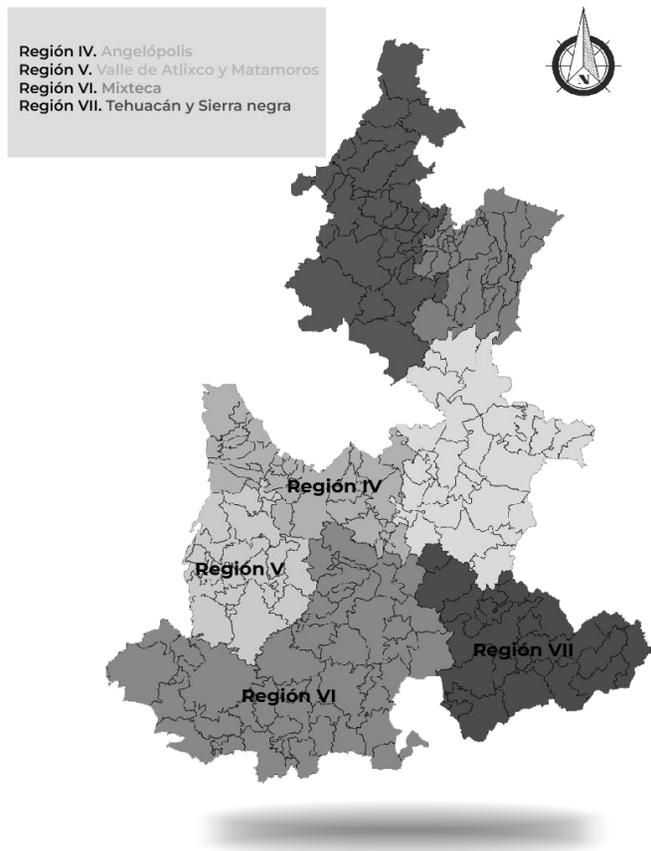
Región II: Sierra Nororiental. Se ubica al norte y noreste del Estado, está constituido por 28 municipios. Se encuentra en la transición de los climas templados de la Sierra Norte a los cálidos del declive del Golfo. El proceso de construcción es parecido al de las zonas urbanas, y en cuanto al proceso constructivo, con muros de tabique, madera, bambú, losas armadas o de vigueta y bovedilla.

Región III: Serdán. Se encuentra ubicada al noreste del Estado y está conformado por 31 municipios, presenta una variedad de climas predominando el templado sub-húmedo y el clima frío. Predominio de casas rectangulares y de interés social, los materiales que predominan son tabique, piedra, adobe y la madera.

Fuente: División del Estado de Puebla en regiones de acuerdo con la ley vigente desde 2015, INAFED



Mapa 8.1 Regiones en el Estado de Puebla.



Región IV: Angelópolis. Se encuentra ubicada en la región Centro Oeste del Estado y está integrada por 33 municipios, a esta región pertenece la zona fría y glacial. Viviendas de interés social y con algunas zonas de vivienda rural, los materiales que predominan son el tabique, cemento, la piedra, adobe y la madera.

Región V: Valle de Atlixco y Matamoros. Se encuentra ubicada en la Zona Centro del Estado y está comprendida por 24 municipios. Predominan los climas templados, sub- húmedos y el semi-seco. Viviendas de interés social y de tipología rural, los materiales que predominan son tabique, cemento, la piedra, adobe y la madera.

Región VI: Mixteca. Se encuentra al Suroeste del Estado, abarca 45 municipios presentando gran variedad de climas, predominando los áridos-húmedos con lluvias todo el año. Vivienda de interés social y de tipología rural, los materiales que predominan son tabique, el cemento, la piedra, adobe y la madera.

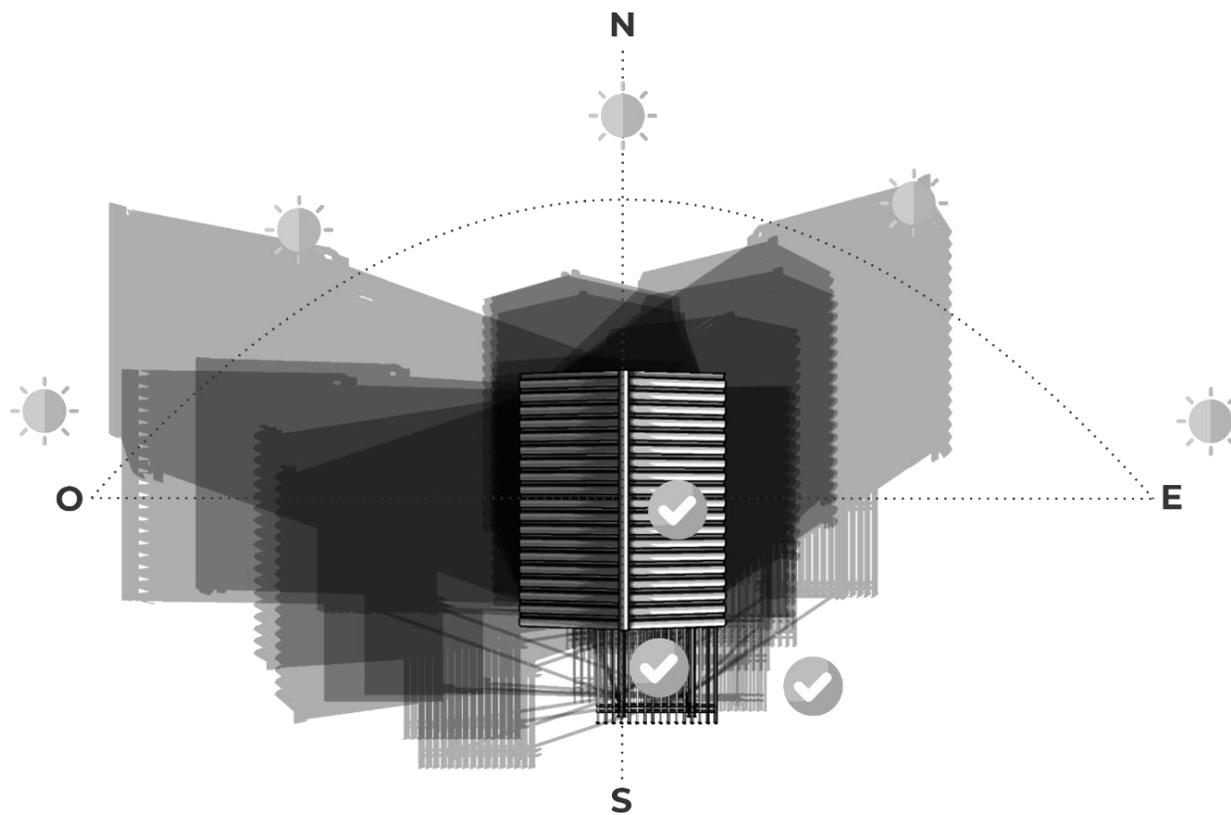
Región VII: Tehuacán y Sierra Negra. Se encuentra ubicada en la Región Sureste del Estado, conformada por 21 municipios, presenta gran variedad de climas que van desde los templados de la Sierra de Zongolica, pasando por los cálidos del Valle de Tehuacán. Viviendas de interés social y de tipología rural, los materiales que predominan son tabique, bambú, cemento, la piedra, adobe y la madera.

Fuente: División del Estado de Puebla en regiones de acuerdo con la ley vigente desde 2015, INAFED



Recomendaciones para la ubicación de los paneles fotovoltaicos, calentador solar y eólico

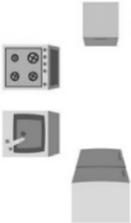
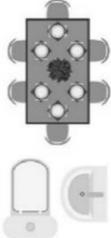
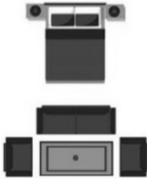
Te recomendamos la instalación de los paneles fotovoltaicos, calentador solar y eólico en el exterior de tu vivienda ya sea en el techo y/o a nivel de piso con el fin de fácil accesibilidad para el mantenimiento, en este sentido se realizó un estudio del sombreado anual para el Estado de Puebla donde se consideró tres espacios viables para su instalación: techo, en la parte superior de la pérgola y/o a nivel de piso en el exterior.





Recomendaciones espaciales dentro del hogar

Te recomendamos planear las zonas dentro de tu vivienda de tal manera que todos se sientan cómodos usando los diferentes espacios y aprovechando la luz del sol y las condiciones climáticas en los interiores, para ello te damos las siguientes recomendaciones generales:

-   **Zona norte de la vivienda**
Coloca tu cocina, lugares para conservar alimentos o áreas de trabajo físico en la dirección **norte**.
-   **Zona este y oeste de tu casa**
Coloca tu comedor, baños en cualquiera de dirección **este y oeste**.
-   **Zona sur y suroeste de tu casa**
En la zona **suroeste**, recomendamos colocar recámaras, estancias. También puedes diseñar tu sala en esta dirección.



Recomendaciones fuera del hogar

Te recomendamos incorporar vegetación ya que beneficia en sombrear y reducir el calentamiento en las épocas cálidas.



Árboles con hojas que se caen

En la dirección **norte** te recomendamos árboles de poca altura, pueden no tener tantas hojas y preferentemente que las pierdan en invierno.



Árboles medianos, con hojas que se caen

En la dirección **sur** te recomendamos árboles de tamaño medio, con muchas hojas si se les caen en invierno y con pocas si se quedan verdes todo el año. Los árboles que recomendamos son: Fresno, tejocote, chico-zapote, zapote blanco y Tuja.



Pasto, arbustos y/o árboles pequeños con hojas que se caen

En la dirección **este** te recomendamos que coloques pasto, arbustos y/o árboles pequeños que pierdan sus hojas en invierno. Para la dirección **oeste** te recomendamos colocar pasto, arbustos y/o árboles que conserven sus hojas todo el año. Esto ayudará a cubrirte de los vientos fuertes. Los arbustos recomendados son: Césped – festuca y pasto rubra.



Elección de electrodomésticos para el ahorro de energía eléctrica

Todos los electrodomésticos tienen una etiqueta amarilla. La etiqueta tiene muchos números; pero el más importante es este porcentaje, que explica el ahorro de energía. Las Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética (NOM-ENER) son especificaciones técnicas, de aplicación obligatoria, que integran tecnología de punta para asegurar un uso más eficiente de la energía en los aparatos, equipos y sistemas que se fabriquen y comercialicen en el país.



Refrigerador

Costo promedio en pesos
\$9,954.00



Lavadora

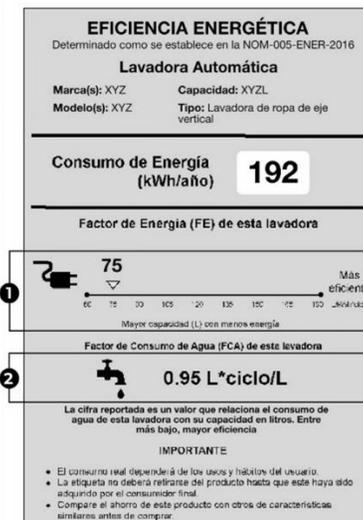
Costo promedio en pesos
\$6,990.00



Antes de comprar tu refrigerador, pon atención en que este porcentaje sea **mayor que 10%**. Como regla general, puedes considerar que:



Para que a tu refri no le cueste tanto trabajo enfriar, recomendamos que no lo pegues a la pared que está al **sur**. Usar un refrigerador eficiente puede ayudarte a ahorrar hasta **\$100 pesos al año**.



Antes de comprar tu lavadora pon atención a que el primer número sea **mayor que 60**. Como regla general se puede considerar que:



En el caso del segundo número, entre más bajo sea mejor será el ahorro de agua. Usar una lavadora eficiente puede ayudarte a ahorrar hasta **\$40 pesos al año**.



Calentador de agua

Costo promedio en pesos
\$3,000.00

EFICIENCIA ENERGÉTICA	
Eficiencia Térmica	
Determinado como se establece en la NOM-025-ENER-2013	
Marca(s): Norm-EE	Carga térmica (kW): 19
Modelo(s): EE-007	Funcionamiento: Almacenamiento
Gas: Tipo de gas	Capacidad: 40 (litros)
Eficiencia térmica mínima (%):	76
Eficiencia térmica del producto (%):	85
Compare la eficiencia térmica de este equipo, con otros similar funcionamiento antes de comprar.	
Eficiencia térmica adicional	
Eficiencia adicional de este producto	
↓ 10%	
0% 5% 10% 15% 20% 25% 30% 35% 40% 45% 50%	
menor eficiencia	mayor eficiencia
IMPORTANTE	
El sustento de la eficiencia térmica efectiva del producto dependerá de la calidad del gas combustible, el mantenimiento preventivo y la localización del producto. La etiqueta no debe retirarse del producto hasta que haya sido adquirido por el consumidor final.	

Antes de comprar tu calentador, pon atención en que este porcentaje sea **mayor que 5%**. Como regla general, puedes considerar que:



Usar un calentador eficiente puede ayudarte a ahorrar hasta **\$2,700 pesos al año**.



Estufa

Costo promedio en pesos
\$8,199.00

EFICIENCIA ENERGÉTICA	
Marca: ABC	Tipo: Estufa de piso
Modelo: ABC	
Índice de Eficiencia Térmica (IET)	
Este índice relaciona la capacidad térmica nominal de los quemadores, su eficiencia térmica y el tiempo asociado. Determinado como se establece en la NOM-025-ENER-2013	
Índice de Eficiencia Térmica Gas L.P. (IET):	XX
Índice de Eficiencia Térmica Gas Natural (IET):	XX
Compare el Índice de eficiencia térmica (IET) de este aparato con el de otro con características similares antes de comprar.	
IET Gas L.P.	
IET Gas Natural	
CONSUMO DE MANTENIMIENTO DEL HORNO (kJ/h)	
Gas L.P. XX.X	Gas Natural XX.X
Este aparato puede usarse con Gas L.P. o con Gas Natural. Este aparato fue ajustado en fábrica para trabajar con Gas L.P.	
Importante: Esta etiqueta no debe retirarse del aparato hasta que haya sido adquirido por el consumidor final.	

Antes de comprar tu estufa, asegúrate que sea una **A** o **B**. Como regla general, puedes considerar que:

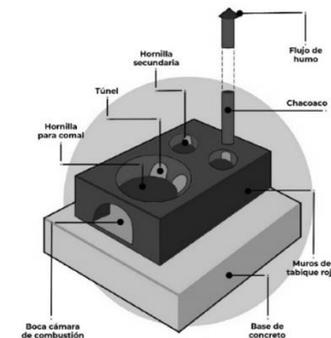


Usar una estufa eficiente puede ayudarte a ahorrar hasta **\$1,080 pesos al año**.

Recomendación estufas de leña

Si quieres tener una estufa de leña te recomendamos seguir los diseños de estufas estilo Lorena o Patsari. Estas estufas están diseñadas para disminuir la cantidad de leña que utilizas regularmente y al mismo tiempo reducir la cantidad de humo que produce. Los estilos Lorena y Patsari te pueden ayudar a ahorrar hasta la mitad de la leña que usas, además de que te ayudan a mantener la salud de tu familia.

* Puedes consultarlo en el **manual de ecotecnia de seguridad hídrica y sustentabilidad energética para el Estado de Puebla**.





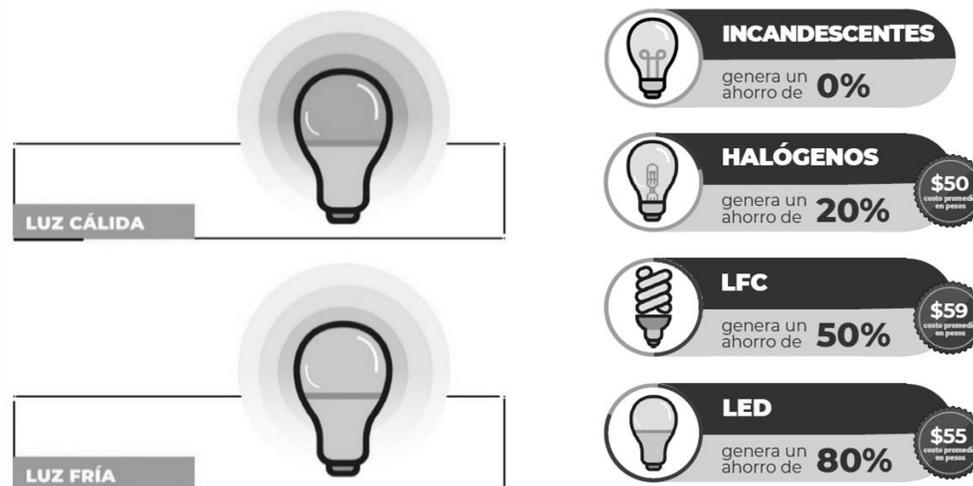
Eficiencia energética lumínica

Focos

Antes de comprar los focos de tu casa, pon atención en dos números que son muy importantes. Los lúmenes o “lm” indican qué tanta luz genera. Como regla general, puedes considerar que:

- ✓ El foco de la puerta de la entrada o de un closet necesita 100 lm.
- ✓ El foco de la cocina o del lugar para hacer la tarea, necesita entre 400 lm y 800 lm.

Los focos incandescentes son los que más energía consumen y más calor generan, por lo que se recomienda no adquirirlos. Mientras que, los focos LED son los más ahorradores, seguidos de las lámparas fluorescentes compactas (LFC) y de halógenos. A pesar de que los LED son más caros de inicio, tiene una duración 50 veces más que los incandescentes. En resumen, si quieres una casa fresca y que tu recibo no exceda el costo, elige focos ahorradores, como los LED, que ilumine lo necesario para tus necesidades. Si te preocupa la luz cálida (amarilla) o la luz fría (azul), descuida, existen focos LED con ambos tipos de luz.





Recomendaciones para el aprovechamiento del consumo de agua en la vivienda

Para reducir el consumo de agua en tu hogar puedes utilizar diferentes tecnologías en el baño o en la cocina. Una regadera con etiqueta de grado ecológico puede reducir tu consumo a la mitad comparado con una regadera normal.

Esto combinado con un inodoro y llaves ecológicas puede reducir en al **menos 40%** tu consumo de agua. De igual forma, usando llaves ecológicas en la cocina se puede reducir en al **menos 25%** el consumo de agua. Si adquieres una tecnología ahorradora en vez de un aparato común puedes lograr un ahorro de agua de **hasta 60%**.

* Consultarlo en el **manual 1 de 5 de ecotecnias de seguridad hídrica y sustentabilidad energética para el Estado de Puebla.**

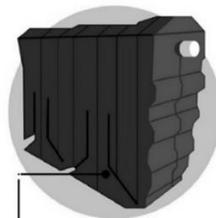




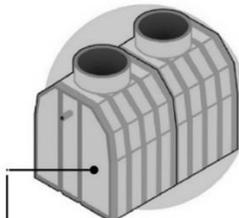
Recomendaciones para el tratamiento de agua en la vivienda

El agua que se utiliza para tu lavabo, lavadero, lavadora, regadera y tarja puedes reutilizarla para otras actividades de la vivienda. Esto puede ayudarte a tener más agua disponible y a no depender de la red de agua o de pipas. Incluso si en tu terreno no cuentan con drenaje, existen tecnologías que te pueden ayudar a deshacerte del agua de los WC.

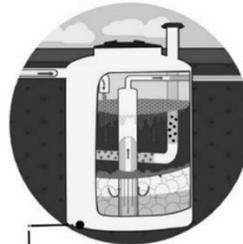
Si no cuentas con drenaje puedes usar sistemas enterrados que te ayudarán a deshacerte del agua de los inodoros sin tener malos olores ni riesgos de enfermedades. Si quieres conocer más del tratamiento de agua puedes consultarlo en el manual de ecotecnias de seguridad hídrica y sustentabilidad energética para el Estado de Puebla.



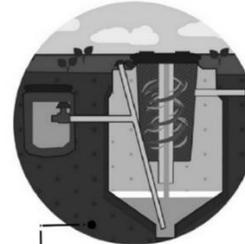
SITAR



BIOTAR

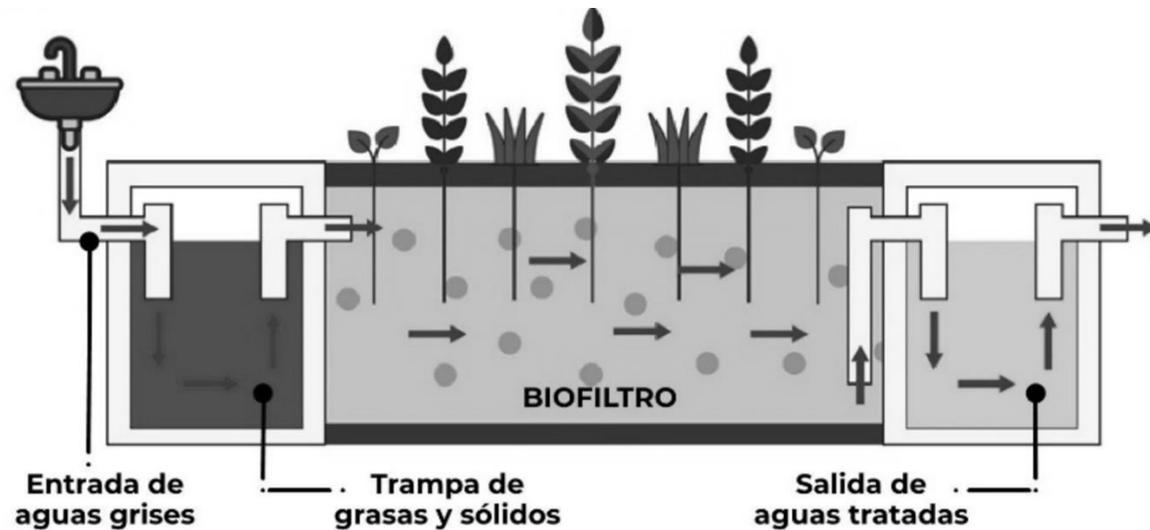


CPLANTAE



BIODIGESTOR

Si cuentas con drenaje en tu vivienda, pero te gustaría reutilizar agua en tus inodoros o para regar tus plantas puedes utilizar un filtro sencillo y práctico.

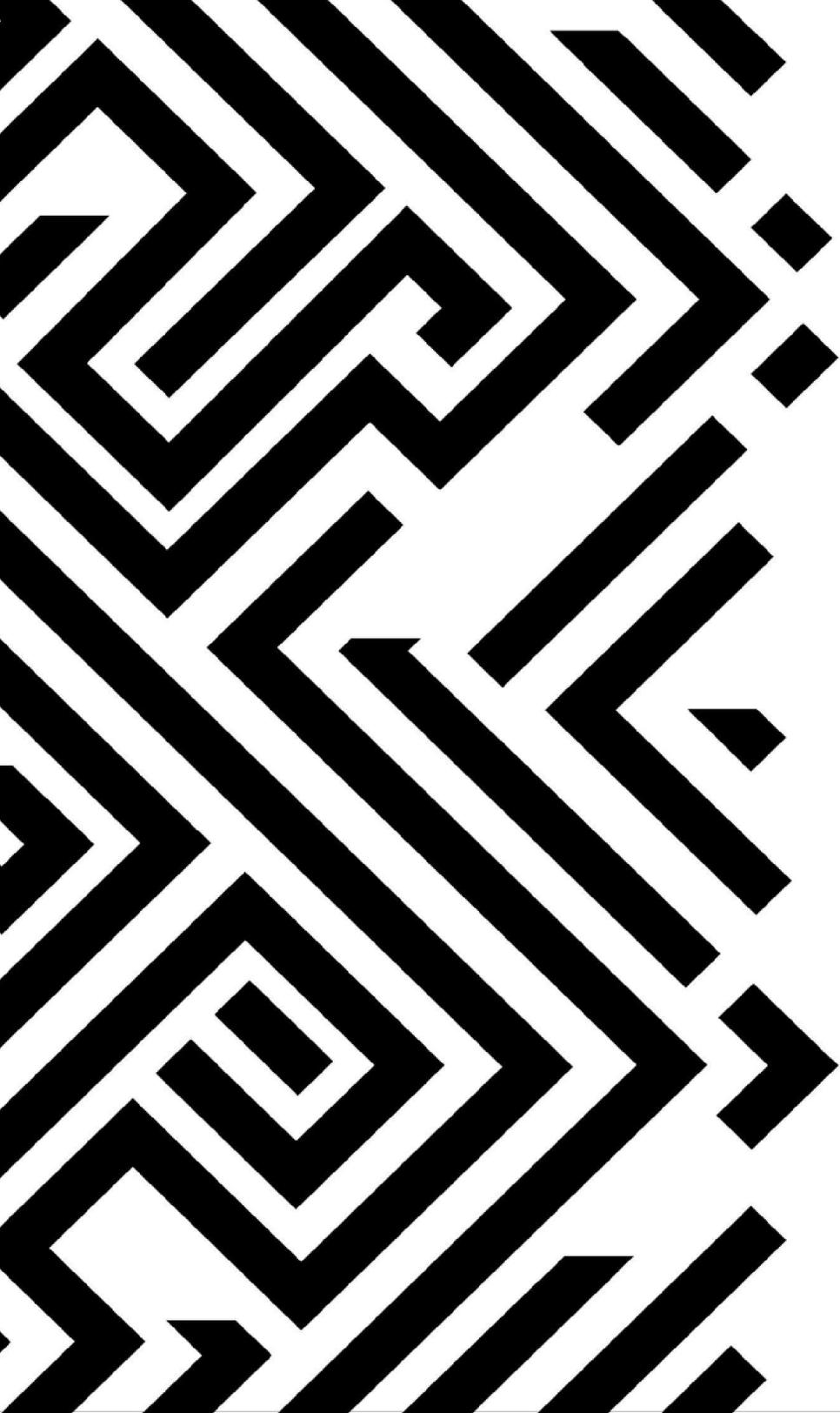


Para que tu sistema de lluvia funcione aquí te dejamos algunas recomendaciones:

- ✓ Si tienes algún animal en la azotea, éste puede ensuciar el agua de lluvia, lo mismo sucede con la chatarra.
- ✓ Mantener la azotea limpia de hojas, tierra, polvo y basura. Limpiarla dos veces al año, justo antes de que inicien las lluvias, es suficiente. Esto es: a finales de abril y a mediados de julio.
- ✓ Los filtros a largo plazo necesitarán reemplazo.

Anota en el calendario el momento de limpiar la azotea y el momento de cambiar el filtro, para que no se te olvide. Recuerda que usar tecnologías ahorradoras de agua te puede ayudar a que el agua que tengas almacenada te dure por más tiempo. Si combinas recolección de lluvia con tecnologías ahorradoras puedes reducir tu dependencia del agua que viene de la red.

*Puede consultar a detalle el diseño de un humedal en el **manual 1 de 5 de ecotecnia de seguridad hídrica y sustentabilidad energética para el Estado de Puebla.**



**La infraestructura verde para
afrontar el Cambio Climático**



9. La infraestructura verde para afrontar el Cambio Climático

La construcción de vivienda digna en la actualidad es a la vez una necesidad humana que no es satisfecha con el ritmo de crecimiento de la población y, por otro lado, afecta al ecosistema por la instalación de nuevos desarrollos urbanos. Estos traen consigo otros problemas inherentes como, por ejemplo, la necesidad del abasto de alimentación, agua y energía, con la consiguiente contaminación de aire, agua y suelo. Cada vez más será una obligación individual y colectiva el hecho de que cada vivienda adopte consideraciones ecológicas, no solo un lujo reservado para quienes pueden y quieren pagarlo. Se tiene un gran rezago en el abasto de vivienda digna y aquella que se crea no es congruente con el cuidado del medio ambiente necesario para la sustentabilidad a futuro. Esta problemática ambiental se ha convertido en una preocupación universal.

En este sentido, en la actualidad hay un progresivo aumento de interés en la sociedad porque las nuevas construcciones, e idealmente las preexistentes, incrementen la sustentabilidad del ramo a futuro en la creciente búsqueda de satisfacer la necesidad de vivienda. Desde grandes edificaciones, sobre todo en países desarrollados, hasta casas de interés social buscan en mayor o menor medida incorporar prácticas y materiales considerados sustentables. Materiales como bambú, adobe, madera de reciclaje y roca del sitio de construcción. Se busca identificar y mejorar prácticas que cuantifiquen el grado de sustentabilidad que tiene una construcción. La tendencia hacia el diseño eco sostenibles y la reutilización de materiales para la creación de viviendas avanza hacia un respeto del medio ambiente. Es volver a implementar las medidas de una arquitectura bioclimática, ofreciendo viviendas de consumo energético casi nulo y con alto confort térmico, acústico y ambiental, ofreciendo viviendas bio-pasivas. Con relación a lo anterior, para reducir la huella de carbono de la construcción es importante tener en cuenta criterios de la bio construcción, pero para reducirla a largo plazo, existe una que es muy importante: la arquitectura bioclimática. Para reducir el impacto ambiental del sector de la vivienda no solo es necesario tener en cuenta el proceso de construcción y el uso de materiales sostenibles, sino también diseñar los edificios de forma que se aprovechen al máximo las condiciones climáticas y recursos disponibles del lugar donde se edifica. Partiendo de lo anterior, la arquitectura bioclimática considera la orientación de la vivienda, los niveles de salubridad de las viviendas a través del control térmico de la misma, los niveles de CO₂ de su interior, así como aprovechar el agua de la lluvia e incluso cómo conseguir una mayor iluminación mediante técnicas de diseño interior. Este tipo de construcciones pueden contribuir en la reducción del deterioro del medio ambiente.





Bibliografía

- Bay, JH and Ong BL (2006). Tropical sustainable architecture. Social and environmental dimensions. ELSEVIER Architectural Press. Oxford, UK. 287 p.
- Chan-López D (2010). Principios de arquitectura sustentable y la vivienda de interés social: caso: la vivienda de interés social en la ciudad de Mexicali, Baja California. México. A: International Conference Virtual City and Territory. "6to. Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Mexicali, 5, 6 y 7 octubre 2010".
- Mexicali:UABC.Guy S and Farmer G (2001). Reinterpreting Sustainable Architecture: The Place of Technology. Journal of Architectural Education 54: 140–148.
- Hegger M, Fuchs M, Stark T and Zeumer M (2008). Energy manual. Sustainable architecture. Birkhäuser Basel, Berlin. Edition detail Munich. 276 p.
- Lyubomirsky S, Sheldon KM and Schkade D (2005). Pursuing happiness: The architecture of sustainable change. Review of General Psychology 9: 111–131.
- Zamora R, Valdés-Herrera H, Soto-Romero JC y Suárez-García LE (s/f). Materiales y construcción II "Arquitectura Sustentable". Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México. 47 p.
- Morán, J. (07 de 02 de 2014). Jorge Morán & Asoc. Arquitectos. Recuperado el 13 de 06 de 2019, de <https://www.estudiojorgemorán.uy/que-es-la-arquitectura-sustentable/>
- Aguillón Robles, J. (2012), "Habitabilidad básica de la vivienda rural, índice de confort térmico". En Salazar, Guadalupe, Azevedo, E. M., Torres Garibay, L. A., El espacio habitable. Memoria e historia, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, pp. 37-48.
- Briones Esparza, L. R. (2014), Huella de Carbono en Materiales de Construcción, Tesis de Licenciatura en Edificación y Administración de Obras, Facultad del Hábitat.
- Magaña, Víctor (2004), "El Cambio Climático Global: Comprender el problema". El Cambio Climático: Una Visión desde México, INE, México.



- RAE (2015), Diccionario de la Lengua Española, Real Academia Española, 24a. ed, [En línea] <http://www.rae.es/rae.html>, consultado el 10 de septiembre de 2015.
- Bardou, Patrick y Arzoumanian, Varoujan, 1981, Arquitecturas de adobe, Ed. Gustavo Gili, Barcelona. Fathy, Hassan, 1975, Arquitectura para los pobres, Textos Extemporáneos, México, D.F.
- Guerrero, Luis, 1994, Arquitectura de tierra en México, U.A.M.-Azcapotzalco, México D.F.
- Guerrero B., Luis, 2002, "El futuro de la arquitectura tradicional de adobe", en el Anuario de Estudios de Arquitectura 2002, UAM-Azcapotzalco, México D.F.
- Guerrero B., Luis, 2007a, "Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva", en Apuntes, Vol. 20, No. 2, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- McHenry, Paul Graham, 1996, Adobe, cómo construir fácilmente, Trillas, México, D.F.
- León (1605), México D.F., Instituto Jalisciense de Antropología e Historia, 1966. Prieto, Valeria, 1987, Vivienda campesina en México, SAHOP, México D.F.
- Rodríguez V., Manuel et. Al., 2001, Introducción a la arquitectura bioclimática, LIMUSA-UAM-Azcapotzalco, México D.F.
- Rogers, Ernesto N., 1965, Experiencia de la arquitectura, Nueva Visión, Buenos Aires.
- Tejeda, Urbano, 2001, Buena tierra. Apuntes para el diseño y construcción con adobe, CIDAP, Lima. Vitruvio, 1986, Los diez libros de la arquitectura, Iberia, Barcelona. www.enjoymexico.net/mexico/oaxaca-atracciones-arqueologia-mexico.php
www.inah.gob.mx/zoar/htme/za01708
- Manual para la construcción sustentable con bambú, CONAFOR.
- Manual de autoconstrucción de vivienda con madera, CONAFOR.
- Cortés Rodríguez, G.R. 2000. Los bambúes nativos de México. Conabio. Biodiversitas, 30:12-15°
- Cruz R., H. 1994. La Guadua: nuestro Bambú. Corporación Autónoma Regional del Quindío-C.R.Q, FUDEGRAF. Colombia.
- Ceja, Flavio, 2012. Tesis evaluación de prototipos de vivienda sustentable y de bajo costo.





- Erdoiza S., J. y R. Echenique M. 1980. Preservación de madera de pino con sales de boro. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. INIREB, Xalapa Veracruz.
- Hidalgo-López, O. 2003. Bamboo, the gift of the Gods. Ed. Óscar Hidalgo- López. Instituto Mexicano del Cemento y Concreto. 1999. Manos a la obra: Manual de autoconstrucción. IMCyC. México.
- McClure F.A. 1966. The Bamboos: A fresh perspective. Harvard University. Press, Cambridge
- Ordóñez C., V.R., G. Bárcenas P., I. Salomón Q., C.A. Ordóñez B. y M.A. Palafox C. Caracterización tecnológica de las especies mexicanas de Guadua y sus aplicaciones en la construcción. En: Simposio Internacional Guadua 2004. Pereira, Colombia.
- Palafox C., M.A. y C. Ordóñez B. 2004. Manual de construcción con bambú. Tesis profesional. Facultad de Arquitectura. Universidad Veracruzana. Rodríguez R. C. 2005. Manual de autoconstrucción. Edit. Pax Méx. 1.ª Edición. México.
- Van Lengen. 1989. Manual del arquitecto descalzo. Cómo construir casas y otros edificios. Ed. Concepto S.A. de C.V. México.
- Cementos Tolteca 1984. Manual Tolteca de autoconstrucción y mejoramiento de la vivienda. México, D.F.
- CMHC – SCHL 1993. Canadian Wood Frame House Construction Canada.
- Comisión Forestal de America del Norte COMACO, U.A. Chapingo 1999. Manual de Construcción de Estructuras Ligeras de Madera México, D.F.
- Díaz Acosta C. 1994. Manual Básico de Tecnología de la Madera. SEP – SEIT México.
- Junta del acuerdo de Cartagena 1980. Cartilla de construcción con madera Lima Perú.
- Sherwood G. PE, Strong H.R. PhD. 1989. Wood – Frame House Construction Forest Service Department of Agriculture United States.
- J. Calvin Jureit P. E. 1980. Gang-Nail Roof and Floor Truss Systems Automated Building Components Florida, U.S.A.
- Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con cuerdas, 2015. Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la Construcción (SENCICO).





Glosario

Cambio climático. Variación global del clima de la Tierra. Esta variación se debe a causas naturales y a la acción del hombre y se produce sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc, a muy diversas escalas de tiempo.

Gases de efecto invernadero (GEI). Gas que absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo. Este proceso es la fundamental causa del efecto invernadero. Los principales GEI en la atmósfera terrestre son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y el ozono (O₃).

Ppm. Se refiere a la cantidad de unidades de una determinada sustancia (agente, etc.) que hay por cada millón de unidades del conjunto.

Mitigación. Conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas.

Adaptación. Relaciones entre las características de los seres vivos y las del medio que habitan. Estas adaptaciones pueden ser fisiológicas o evolutivas.

Adaptación basada en ecosistemas. Procesos que promueve el uso de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas para ayudar a las personas a reducir los efectos adversos de la variabilidad y el cambio climáticos.

CMNUCC. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Arquitectura sostenible. Es aquella que tiene en cuenta el impacto que va a tener el edificio durante todo su Ciclo de Vida, desde su construcción, pasando por su uso y su derribo final.

Arquitectura bioclimática. Se refiere al diseño de edificios basado en el clima local, con la idea de proporcionar confort térmico aprovechando fuentes ambientales, así como una integración estética con el entorno.

Arquitectura biomimética. Es el resultado de unir biología y arquitectura con el objetivo de conseguir construcciones eficientes y sostenibles. No con el objetivo de copiarla. Sino de aprender de ella para solucionar problemas actuales, y aprender a generar menos residuos.

Resiliencia. Se refiere a cambios en los procesos, prácticas y estructuras para moderar los daños potenciales o para beneficiarse de las oportunidades asociadas con el cambio climático.





Vulnerabilidad. Es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre.

Huella de carbono. Conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO₂ equivalentes, y sirve como una útil herramienta de gestión para conocer las conductas o acciones que están contribuyendo a aumentar nuestras emisiones, cómo podemos mejorarlas y realizar un uso más eficiente de los recursos.

Habitabilidad. Está determinada por la relación y adecuación entre el hombre y su entorno y se refiere a cómo cada una de las escalas territoriales es evaluada según su capacidad de satisfacer las necesidades humanas. Este concepto se relaciona con el cumplimiento de estándares mínimos de una vivienda.

CO₂. Gas incoloro, inodoro e incombustible que se encuentra en baja concentración en el aire que respiramos (en torno a un 0,03% en volumen).

Bioconstrucción. Es una disciplina dentro del mundo de la arquitectura y de la edificación que busca la integración del edificio en el entorno. Para ello es necesario conocer cómo funcionan las leyes de la naturaleza y conseguir el mínimo impacto.

Desarrollo sustentable. Es el resultado de una acción concertada de las naciones para impulsar un modelo de desarrollo económico mundial compatible con la conservación del medio ambiente y con la equidad social.

Sostenibilidad. Satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias.

Energía renovable. Son un tipo de energías derivadas de fuentes naturales que llegan a reponerse más rápido de lo que pueden consumirse.

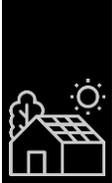
Energía no renovable. Es aquella que se obtiene de un recurso natural escaso y limitado.

Confort. Condiciones materiales que proporcionan bienestar o comodidad.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal.

Eficiencia energética. Es la optimización del consumo energético para alcanzar unos niveles determinados de confort y de servicio, por ejemplo, ajustando el consumo de electricidad a las necesidades reales de los usuarios o implementando mecanismos para ahorrar energía evitando pérdidas durante el proceso.





Higroscopicidad. Es una propiedad que poseen los materiales granulares que depende de la porosidad del material y está definida como la capacidad para absorber o ceder la humedad del ambiente que lo rodea.

Vitropiso. Es una loseta que está fabricada a partir de cerámica.

Parquet. Entarimado hecho con maderas finas de varios tonos, que, convenientemente ensambladas, forman dibujos geométricos.

Losa. Piedra lisa, de escaso grosor, que se utiliza en el terreno de la construcción.

Zapata Pieza horizontal que se coloca sobre una columna y sobre la que se apoya una estructura superior, especialmente una viga.

Castillo. Es un elemento estructural colocado de forma vertical que se compone de acero de refuerzo y concreto. Se utiliza como un material de refuerzo en los muros para confinar y absorber los esfuerzos laterales. Asimismo, trabajan en conjunto con las traveses y las dalas para repartir mejor las cargas y los esfuerzos de toda la construcción.

Viga. Es un elemento estructural que normalmente se colocan en posición horizontal, (aunque pueden ser también inclinadas) que se apoyan sobre los pilares, destinados a soportar cargas.

Punto de rocío. Es la temperatura a la cual se debe enfriar el aire para que el vapor de agua se condense en rocío o escarcha. A cualquier temperatura hay una cantidad máxima de vapor de agua que puede contener el aire.

Muros autoportantes. Son muros de contención contruidos con prefabricados de madera ya sea plástica, concreto, madera inmunizada o elementos metálicos, en módulos horizontales de espesores que varían entre 0,5 y 1,0 metros, de acuerdo con la robustez de los elementos empleados en su construcción.

Sismorresistente. Estructura capaz de soportar un sismo sin sufrir daños considerables.

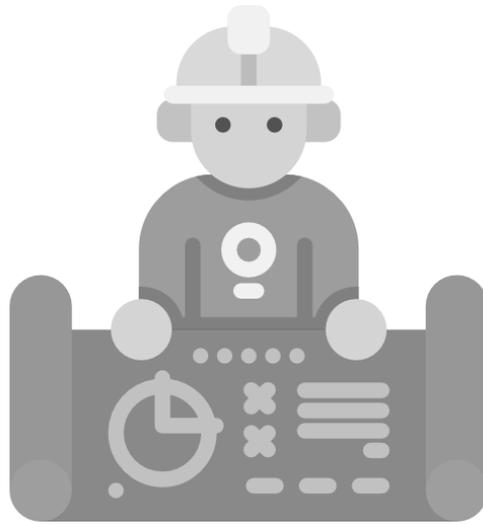
Pisón. Instrumento pesado y grueso, generalmente de madera, en forma de cono truncado y provisto de un mango, que sirve para apretar tierra, piedras, etc.

Zaranda. Instrumento para cernir o cribar que está compuesto por un aro o un marco al cual está asegurado un cuero o un tejido agujereado o una tela metálica fina con el fin de separar lo más fino de la harina o de otras sustancias.

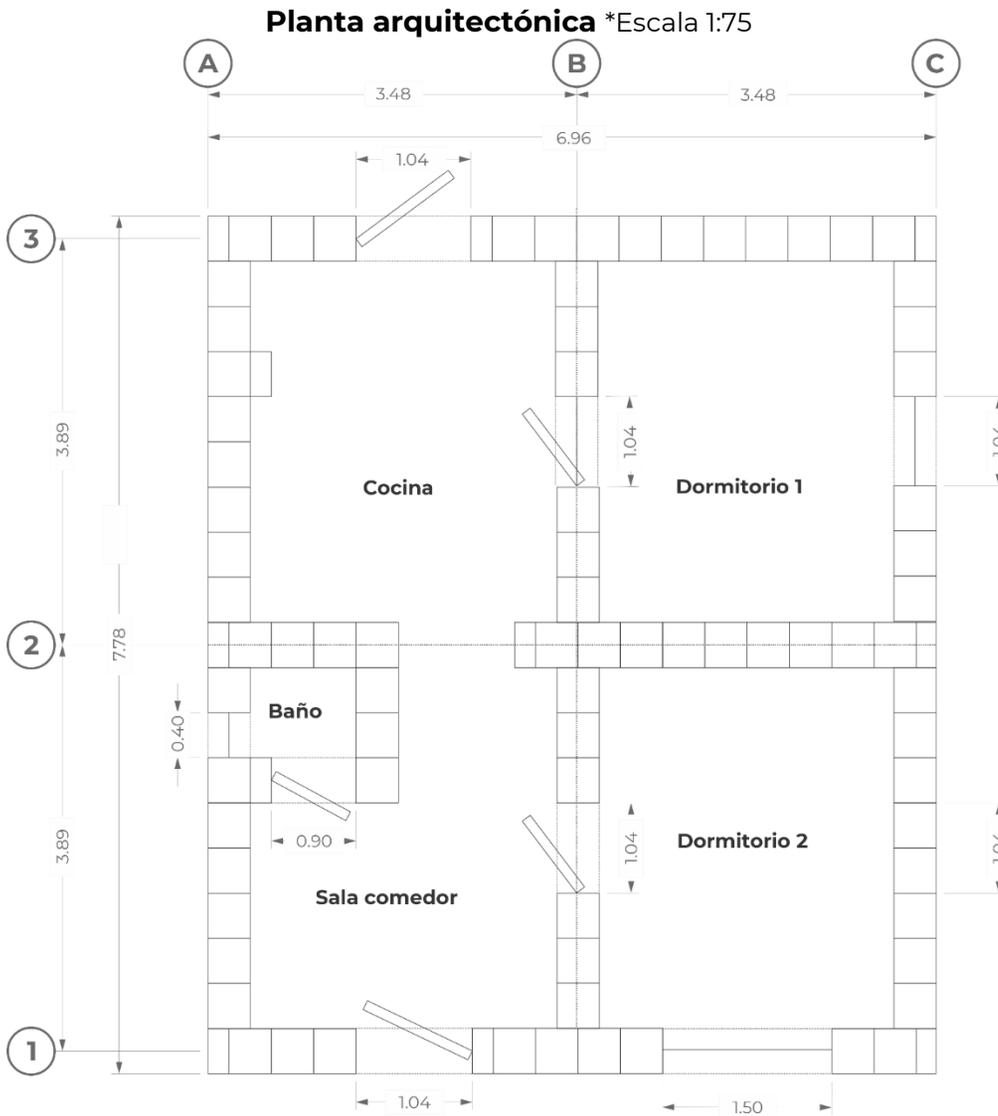
Ornamental. Planta que se cultivan para tenerla como adorno de un sitio o para sacar alguna de sus partes con el mismo fin.

Aislante. Son materiales donde los electrones no pueden circular libremente, como por ejemplo la cerámica, el vidrio, plásticos en general, el papel, la madera, etc. Estos materiales no conducen la corriente eléctrica.





Anexos

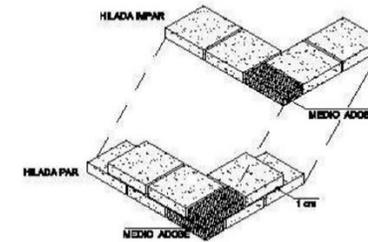


Hilada en ventana

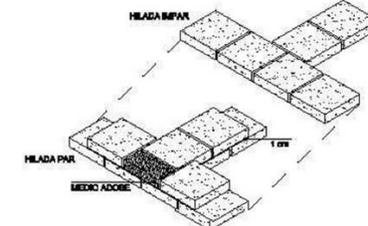
Junta verticales y horizontales de 1 cm de espesor.

Recomendaciones

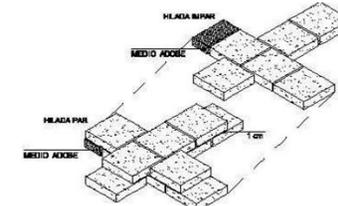
Encuentro en L



Encuentro en T

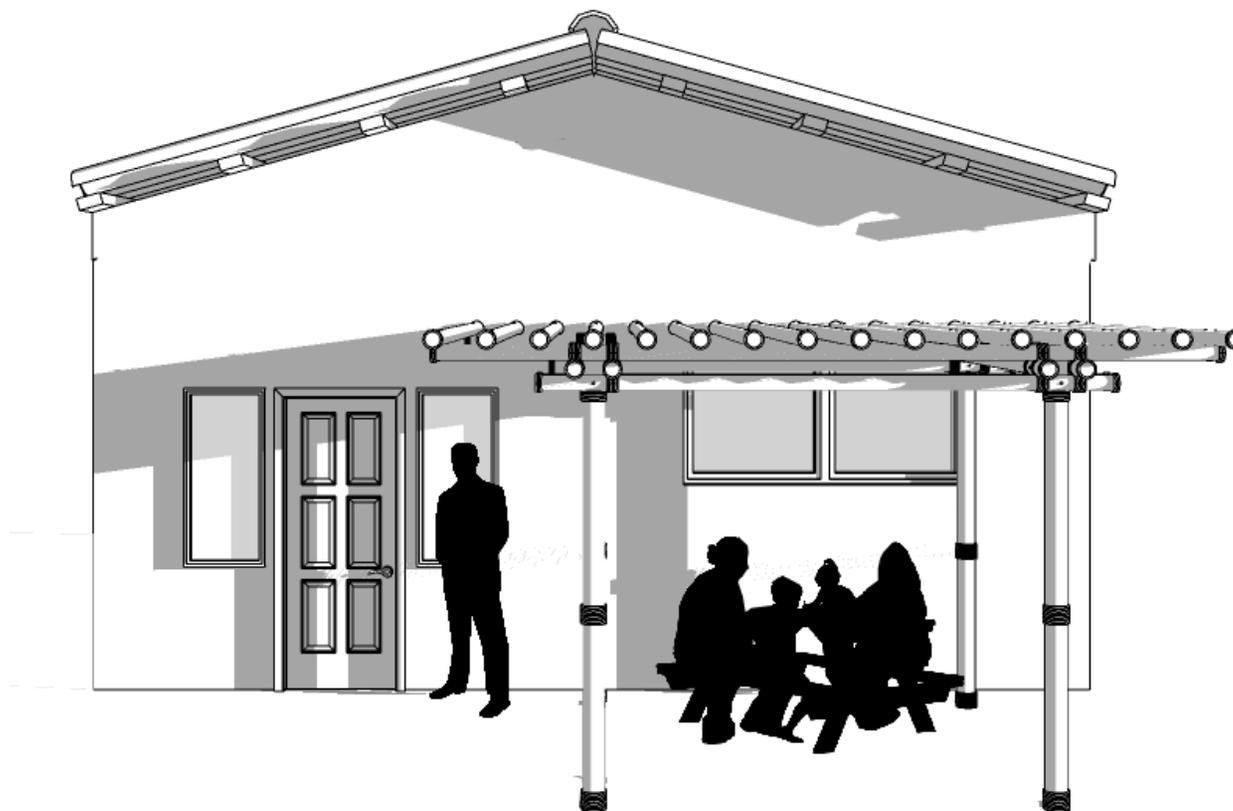


Encuentro en cruz



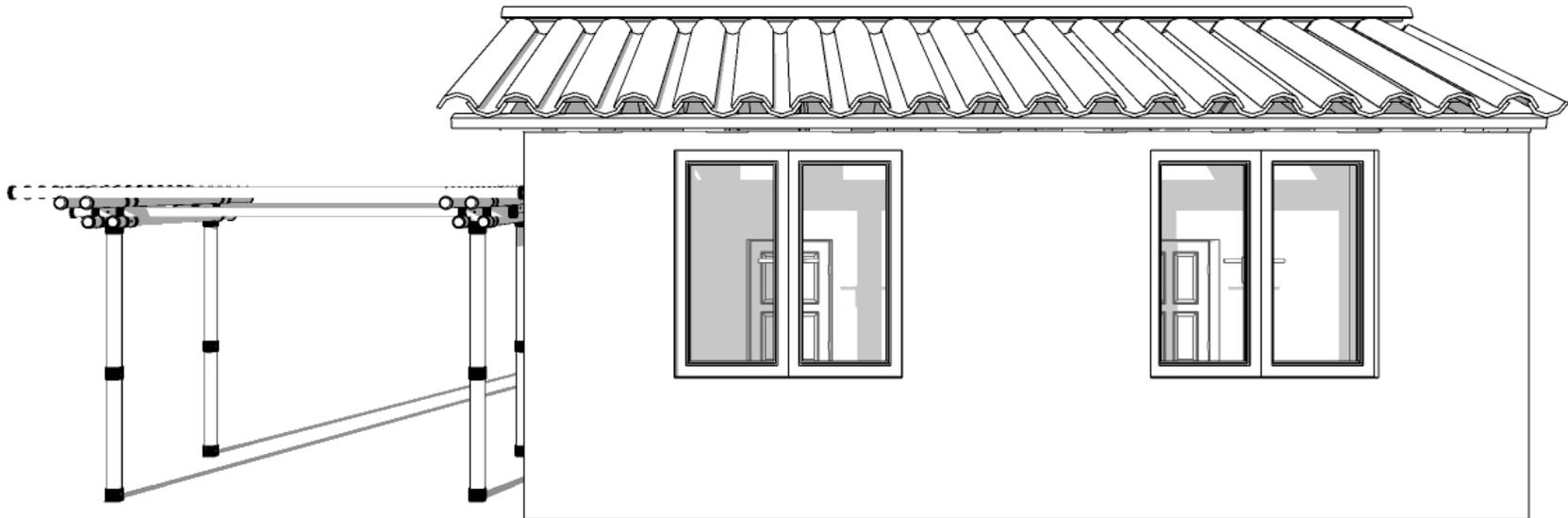


Alzado vista frontal



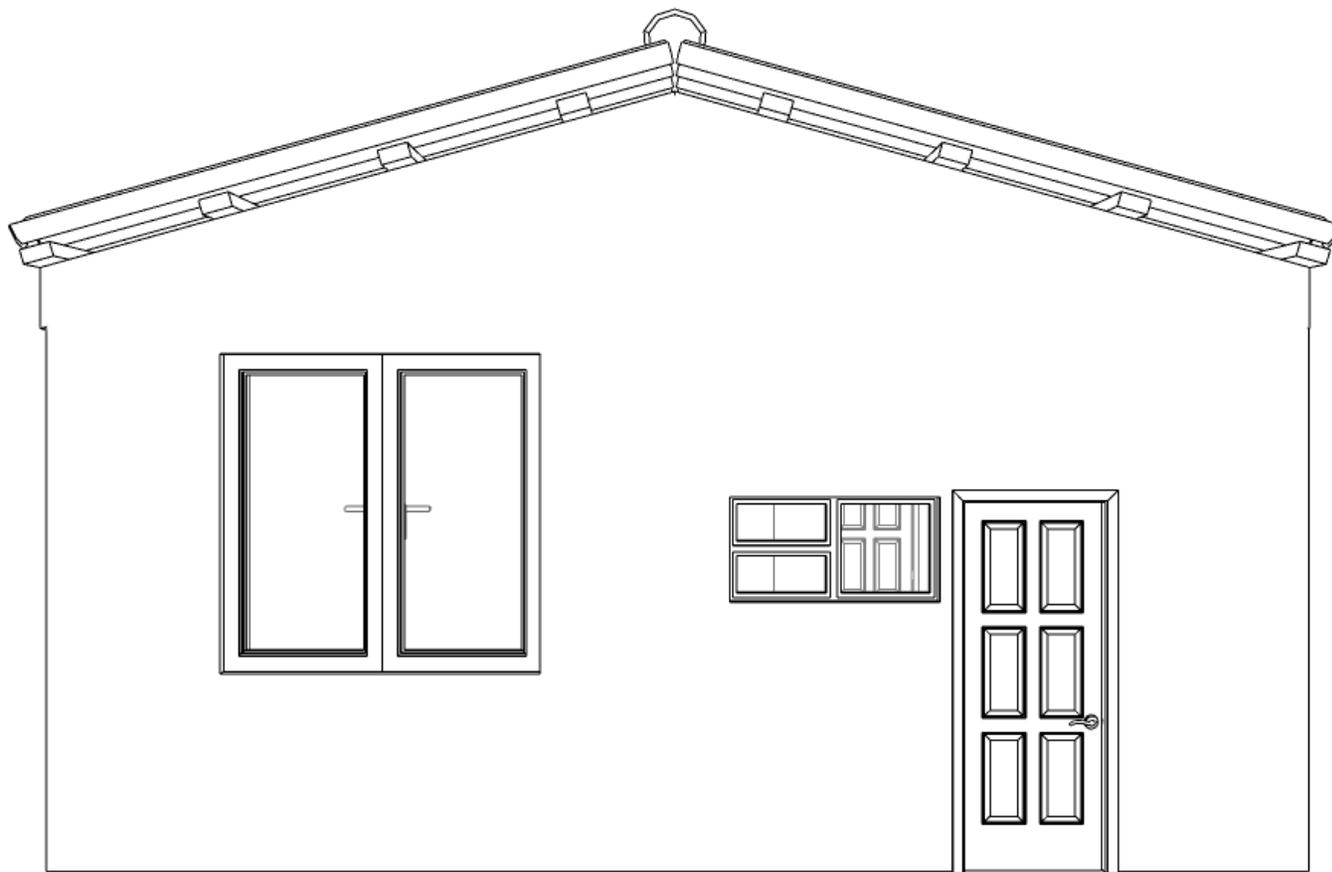


Alzado vista lateral A



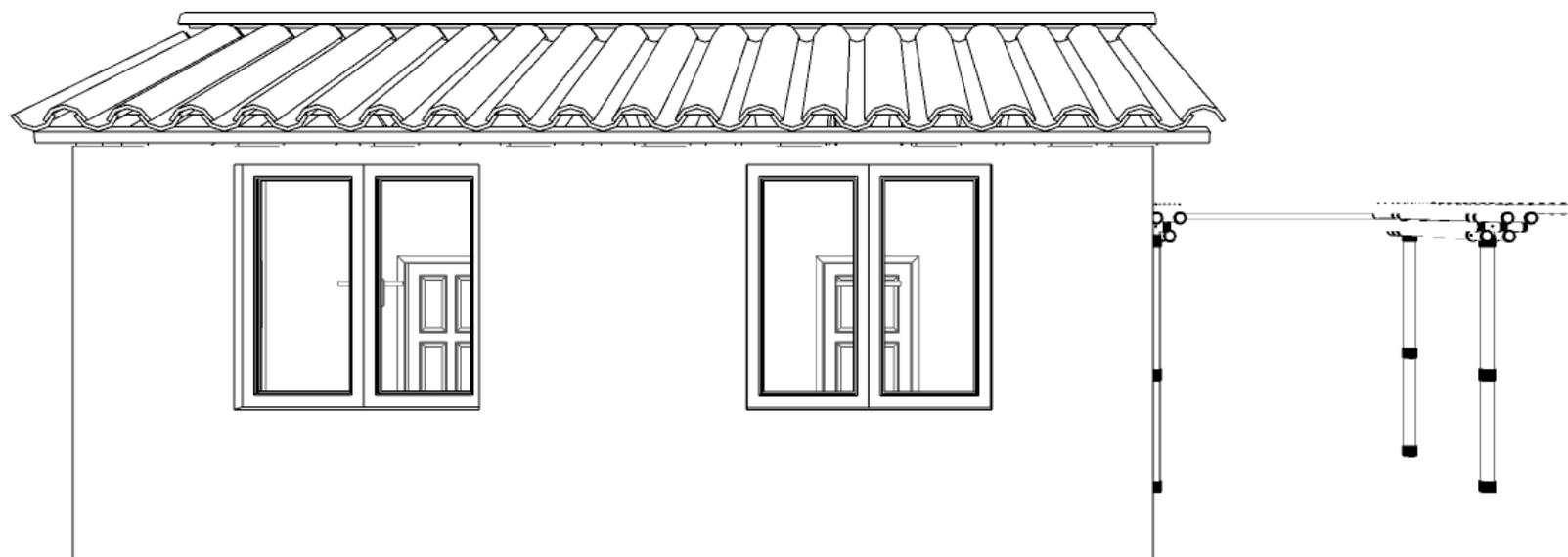


Alzado vista trasera



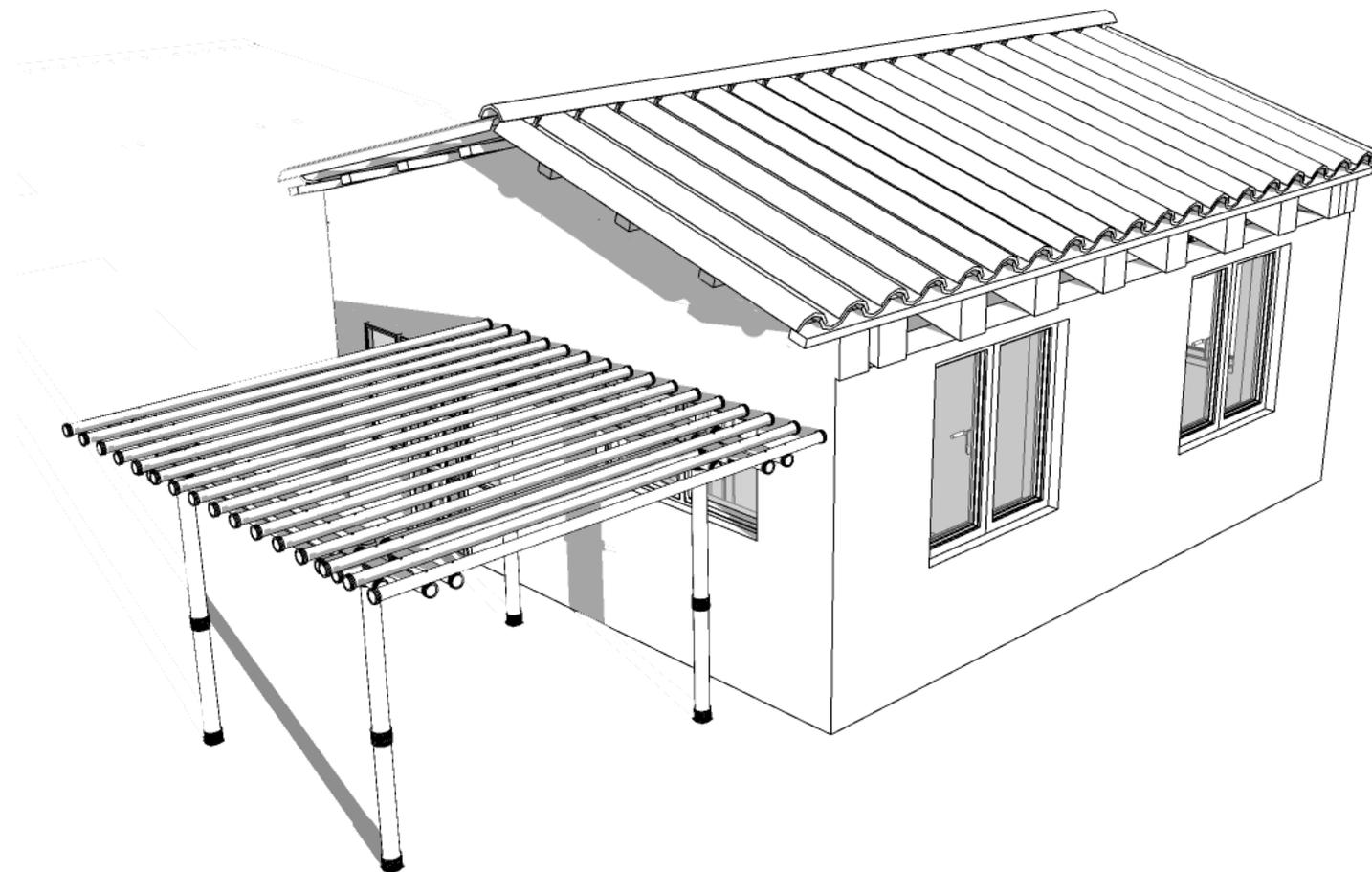


Alzado vista lateral B





Vista isométrica







Puebla
2019 - 2024