

Universidad Nacional Autónoma de México



**Facultad de Arquitectura
Taller Luis Barragán**

Ecofraccionamiento Huaxcorral

Vivienda sostenible de Adobe

Tesis que para obtener el título
de arquitecto presenta:

Edgar Efraín García Vélez

Sinodales:

**Vladimir Juárez Gutiérrez
Enrique Gándara Cabada
Efraín López Ortega**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Introducción

1

Estudios Previos

a. Información básica del estado de Guerrero	02
b. Información básica de la zona Centro	06
c. Información básica del municipio de Chilpancingo de los Bravo.	08
d. Criterios básicos de una edificación sostenible	16
e. Vivienda tradicional en el estado	18

2

Proceso constructivo de una vivienda de Adobe (obra negra)

a. Elección del lugar	24
b. Trazo y nivelación	26
c. Cimentación	28
d. Muros de contención y cepas	30
e. Elaboración del adobe	32
f. Muros	38
g. Cuapanotes	42
h. Horcones	44
i. Vigas	46
j. Dalas	48
k. Viguetas	50
l. Solera	54
m. Losa	56
n. Teja	58

3

Proceso constructivo de una vivienda de Adobe (acabados)

a. Aplanado	62
b. Instalaciones	64
c. Piso	68
d. Ventanas	70
e. Escaleras	72
f. Acabados	76
g. Amueblados	80

4

Instalaciones especiales

a. Captación de aguas pluviales	86
b. Filtro de agua para uso potable	92
c. Filtro para aguas jabonosas	96
d. Sanitario seco	100
e. Colector solar para agua caliente sanitaria	106
f. Calentador solar de agua. Casero	110
g. Paneles fotovoltaicos	116
h. Generador de energía eólica	120

5

Proyecto

a. Ubicación de Huaxcorral	126
b. Planos de Conjunto	128
c. Casas-Habitación	132
d. Planos de casa F, a detalle	158

Conclusiones

181

Bibliografía

183

Antes de empezar a desarrollar mis temas, quisiera traer a la mesa lo que es la arquitectura sostenible. Sostenibilidad y su sinónimo sustentabilidad se refieren al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Se dice que un comportamiento o actividad es sostenible, cuando es viable hacerlo indefinidamente. Por lo cual, una arquitectura sostenible es aquella que respeta los recursos de su entorno; un entorno social, económico, cultural y sobre todo ambiental.

Ahora bien, el uso de materiales y procesos locales hace a una arquitectura más económica, viable y sostenible. Esto es porque donde se emplean los materiales de la región no es necesario el transporte, y porque donde se utilizan los procesos de construcción locales, se tiene la garantía de que funciona, ya que por mucho tiempo se ha construido así.

El uso del adobe en la construcción en México se remonta desde la época prehispánica. Con la llegada de los españoles, se trajeron nuevas tecnologías, y los edificios de adobe fueron modificados principalmente en la techumbre; pasaron de ser planas a ser de dos aguas. Estos hechos son un signo inequívoco de la sostenibilidad de este tipo de construcción, ya que al correr de los años, fue utilizado una y otra vez para saciar las necesidades de habitación que se tenían, y como su definición nos exige, fue viable hacerlo repetidas veces.

Sin embargo, con la llegada de la revolución industrial, los procesos de producción se aceleraron en gran medida, provocando que la arquitectura tradicional quedara en segundo término. La rapidez y economía que estos desarrollos contenían, la desplazaron rápidamente.

Este desarrollo global trajo que el quehacer arquitectónico se unificara y estandarizara, y después de mucho tiempo, trajo un fenómeno inesperado: la falta de carácter en las construcciones. Con esto, se pierde el sentido de pertenencia y el espíritu se vuelve cansado. Como ejemplo, en México (impulsado en gran medida por la discriminación) se adoptan las formas europeas; las costumbres, el vestido, la "cultura" y la arquitectura son ejemplos de ello. Te generaba un mejor estatus social tener una casa europeizada, que un jacal. En resumidas cuentas, todos querían parecer occidentales.

Ahora, parece ser que este sentido de pertenencia alrededor del mundo se está volviéndose a buscar. Se está rescatando la identidad que una persona siente por su propio suelo, por el lugar donde nació. Se intenta divulgar y hasta presumir lo que es suyo, lo autóctono. Es por esto en algunos lugares de México se está empezando, o mejor dicho, volviendo a proyectar con muros de adobe. Para reencontrarse con la historia, con la cultura, con todo eso que nos hace ser ricos.

El uso del adobe, no solamente es una moda, utilizarlo nos brinda grandes ventajas. La principal es que el material de construcción que necesitas es la misma tierra. Es cierto que no en todos los lugares se puede ocupar la tierra local para hacer adobe, pero en donde presente buenas condiciones (como sucede en el centro del estado de Guerrero) es muy lógico hacerlo.

Es por ello que centré mi tema de tesis en la construcción de casas de adobe. Me interesa recuperar parte de la arquitectura tradicional, aportar avances tecnológicos y así lograr una arquitectura sostenible.



Estudios Previos **1**

*La arquitectura NO "tiene" que ser sostenible.
La arquitectura, para ser buena, lleva implícito el ser sostenible.*

- Eduardo Souto de Moura -

a. Información Básica del Estado de Guerrero

Página anterior. Catedral de Chilpancingo

02



Figura 1|01. Guerrero en la República Mexicana.

DATOS GENERALES

País	México
Estado	Guerrero
Capital	Chilpancingo de los Bravo
Mayor ciudad	Acapulco de Juárez
Número de Municipios	81
Fundación	27 de octubre de 1849
Gobernador	Zeferino Torreblanca Galindo
Superficie total	63 794 km ² (14°)
Población Población	3 116 453 hab. (12°)
Densidad	49 hab./km ²
Gentilicio	Guerrerense
Ubicación: Latitud	18° 53' - 16° 19'
Longitud	98° 00' - 102° 11'
Elevación más alta	Cerro Teotepec: 3 550msnm

Guerrero es uno de los 31 estados que junto con el Distrito Federal conforman las 32 entidades federativas de México. Su capital es la ciudad de Chilpancingo de los Bravo. Colinda al norte con los estados de Michoacán de Ocampo, México, Morelos y Puebla, al este con el estado de Oaxaca y Puebla, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con el estado de Michoacán de Ocampo y también con el Océano Pacífico.

La geomorfología del estado es una de las más accidentadas y complejas de México; su relieve es atravesado por la Sierra Madre del Sur y las Sierras del Norte. En términos tradicionales, se suele llamar Sierra al sector occidental y Montaña al oriental. Entre ambas formaciones se ubica la Depresión del río Balsas. Las lagunas más importantes del estado son la laguna Negra, la laguna de Coyuca y la laguna de Tres Palos.

La entidad tiene una superficie territorial de 63.794 km² en la cual viven poco más de tres millones de personas, concentrándose en su mayoría en el municipio de Acapulco de Juárez donde cuya cabecera municipal, el puerto de Acapulco de Juárez, supera considerablemente en población a la ciudad capital Chilpancingo de los Bravo.

Las principales actividades económicas de Guerrero son la agricultura, produciendo importantes cantidades de maíz, ajonjolí, sorgo, soya, arroz, jitomates, limones, café, melones, toronjas, sandías, cacahuates y mangos; y en el turismo destaca el denominado triángulo del sol conformado por las ciudades de Acapulco, Ixtapa-Zihuatanejo y Taxco de Alarcón.



- Cálido subhúmedo
- Seco y semiseco
- Templado subhúmedo
- Cálido húmedo
- Templado húmedo

El 82% del estado, presenta clima cálido subhúmedo, el 9% es seco y semiseco, el 5% templado subhúmedo, el 3% cálido húmedo y el 1% es templado húmedo. La temperatura media anual es de 25°C. La temperatura mínima promedio es de 18°C y la máxima de 32°C. Las lluvias se presentan en verano, en los meses de junio a septiembre, siendo la precipitación media del estado de 1 200 mm anuales.

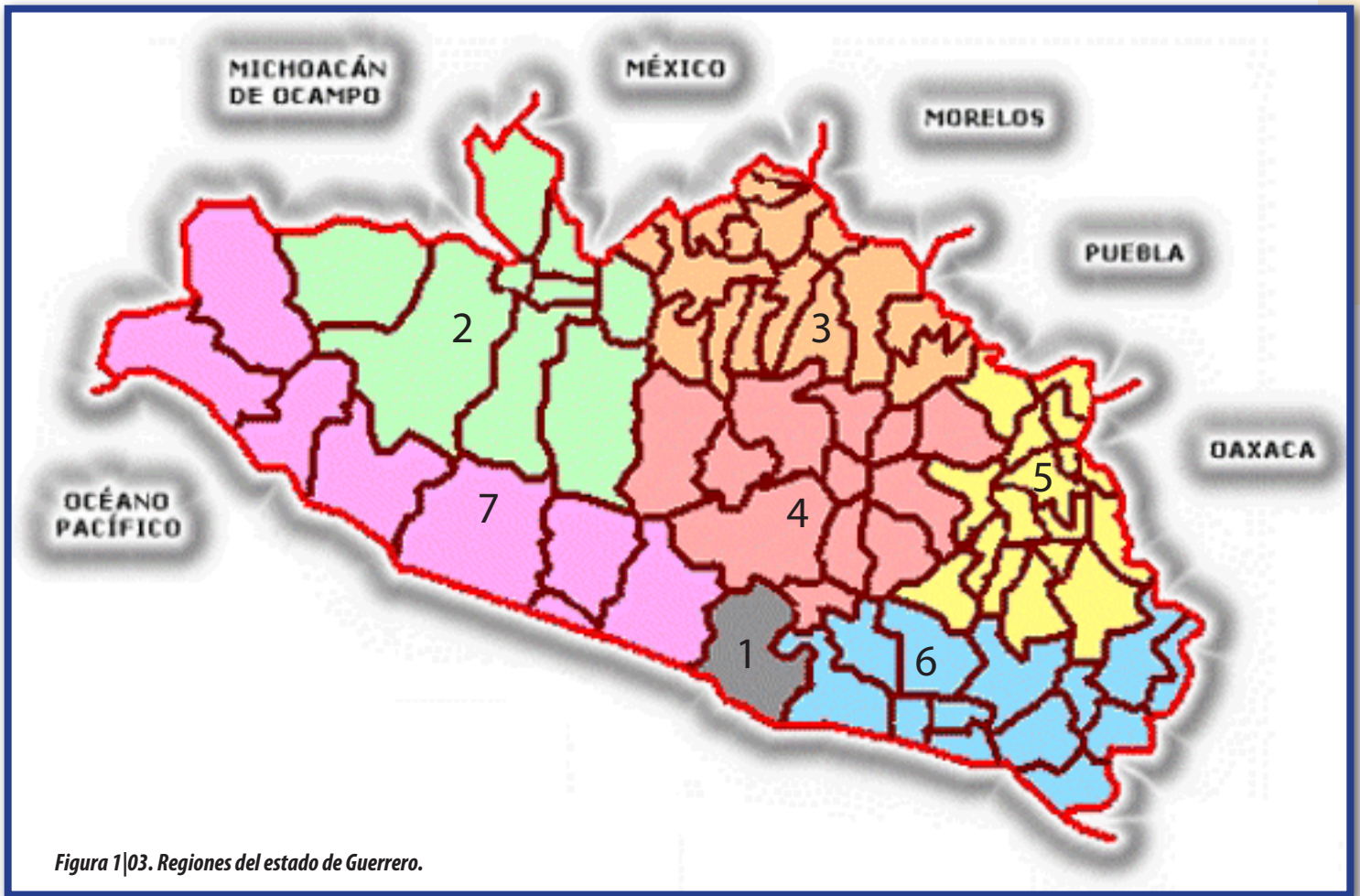


Figura 1|03. Regiones del estado de Guerrero.

Regiones del estado de Guerrero:

1. Acapulco. Compuesta sólo por el municipio homónimo que fue separado de la Costa Chica debido al desarrollo desigual que tenía con resto de la región.

2. Tierra Caliente. Compuesta por los municipios de Arcelia, Coyuca de Catalán, Cutzamala de Pinzón, Pungarabato, San Miguel Totolapan, Tlapehuala, entre otros.

3. Norte. Compuesta por los municipios de Atenango del Río, Buenavista de Cuéllar, Cuetzala del Progreso, Huitzuc de los Figueroa, Iguala de la Independencia, Taxco de Alarcón, Teloloapan, Tepecoacuilco, son algunos de ellos.

4. Centro. Compuesta por los municipios de Chilapa de Álvarez, Chilpancingo de los Bravo, Mochitlán, Quechultenango, Tixtla de Guerrero, entre otros.

5. La Montaña. Compuesta por los municipios de Acatepec, Alpoyeca, Atlixnac, Cochoapa el Grande, Huamuxtitlán, Iliatenco, Malinaltepec, Olinalá, Tlapa de Comonfort, Xalpatláhuac, principalmente.

6. Costa Chica. Compuesta por los municipios de Ayutla de los Libres, Copala, Cuajinicuilapa, Juchitán, Marquelia, Ometepec, San Luis Acatlán, San Marcos, Tecoaapa, Xochistlahuaca, etc.

7. Costa Grande. Compuesta por los municipios de Atoyac de Álvarez, Coyuca de Benítez, Petatlán, José Azueta, Técpan de Galeana, La Unión de Montes de Oca, entre otros.



Figura 1|04. Catedral de Chilapa de Álvarez



Figura 1|05. Vista panorámica de Tixtla de Guerrero.

La región Centro, antiguamente conocida como Valles Centrales, es una de las siete regiones geo-económicas y culturales que conforman el estado de Guerrero, en el sur de México. Dentro de esta región se encuentra la capital del estado, Chilpancingo de los Bravo. La cercanía de este último, ha favorecido al desarrollo de la mayoría de los municipios de esta región al contar con infraestructura carretera, servicios públicos y básicos

La región Centro se sitúa en la porción central de la entidad. Tiene límites territoriales con el resto de las 6 regiones; al norte con la región Norte, al sur con la región de Acapulco y parte de las regiones de Costa Chica y Costa Grande, al oriente con la región de La Montaña y al poniente con la región de Tierra Caliente.

La región Centro está conformada por trece municipios.

1. Ahuacuotzingo
2. Chilapa de Álvarez
3. Chilpancingo de los Bravo
4. Eduardo Neri
5. General Heliodoro Castillo
6. José Joaquín de Herrera
7. Juan R. Escudero
8. Leonardo Bravo
9. Mártir de Cuilapan
10. Mochitlán
11. Quechultenango
12. Tixtla de Guerrero
13. Zitlala



Reseña histórica

Chilpancingo de los Bravo, ciudad cabecera del municipio del mismo nombre y capital de la entidad, se encuentra ubicada en la región Centro del estado de Guerrero y está asentada en el amplio valle de Chilpancingo, enclavado en la Sierra Madre del Sur a 1,360 metros sobre el nivel del mar. Está situada a los 17° 33' de latitud norte y a los 99° 30' de longitud al poniente del meridiano de Greenwich. En sus alrededores, principalmente al poniente de la ciudad, existen bosques de pino – encino con una gran variedad de especies de plantas y animales endémicos. De acuerdo con los censos del año 2000, su población asciende a 143,000 habitantes.

El nombre original de la población fue Chilpantzinco, que significa “en la pequeña avispa” o “en la base de la avispa” (del náhuatl chilpan – avispa, tzin – diminutivo o base y co – en). El asentamiento de la población es muy antiguo. Por los restos arqueológicos hasta ahora descubiertos, se ha podido determinar que algunos grupos indígenas se establecieron aquí desde hace tres mil años, cuando menos. Estos vestigios están relacionados principalmente con el que se ha denominado estilo olmeca, desconociéndose a ciencia cierta a qué grupo étnico pertenecieron, aunque, de acuerdo a los estudios realizados recientemente acerca de los desplazamientos de las familias lingüísticas, se maneja la hipótesis de que hayan pertenecido a la familia tlapaneca.



Figura 1|06. (página opuesta) Museo regional y Catedral de la asunción de Chilpancingo. Hacia 1950.

Figura 1|07. (derecha) Museo regional y Catedral de la asunción de Chilpancingo.



El grupo étnico tlapaneca se asentó en gran parte del territorio guerrerense, incluyendo la región que nos ocupa y permaneció aquí durante varios siglos. Alrededor del siglo XI o un poco antes, una oleada de indígenas de filiación nahua, llamado cohuixca, ocupó gran parte de la región Centro y, en consecuencia, la mayor parte del territorio que actualmente ocupa el municipio de Chilpancingo. También se asentaron otras etnias como la tepuzteca, la matlatzinca y la tuzteca. El territorio fue conquistado por las tropas de la Triple Alianza en tiempos del tlatoani mexica Moteuczoma Ilhuicamina a mediados del siglo XIV.

Durante gran parte del Dominio español, Chilpancingo fue un importante punto de paso del camino México – Acapulco, por el cual se conducían valiosas mercancías españolas, novohispanas, filipinas y chinas a través del Galeón de Manila, llamado también Galeón de Acapulco. Por aquella época este pueblo perteneció a la Alcaldía Mayor de las Minas de Zumpango hasta que obtuvo su desincorporación o separación de aquella mediante resolución definitiva expedida por el virrey Don Pedro Velázquez de la Cadena el 30 de agosto de 1693 y se le autoriza a formar su propio gobierno. El territorio de Chilpancingo

quedó integrado por el sur y suroeste de la República de Indios de las Minas de Zumpango y la porción poniente y suroccidental del territorio de Tixtla.

Durante la revolución de independencia, el pueblo tuvo capital importancia en el proceso de liberación del país. Aquí, el Generalísimo Don José María Morelos y Pavón, Siervo de la Nación, decidió instalar el Congreso de Chilpancingo o de Anáhuac, primer congreso constituyente de la América Septentrional. Previa a su instalación, el día 13, se realizó la primera elección de diputados en México, al elegirse el diputado de la Provincia de Tecpan, antecedente político de la entidad y ese mismo día Morelos otorga al pueblo el título de ciudad. El Congreso se instala el día 14 y de él emanan, entre otros, documentos tan importantes como el Acta Solemne de declaración de Independencia de la América Septentrional, los Sentimientos de la Nación y la Abolición de la esclavitud. En la lucha de independencia, la ciudad aportó personajes de relevante importancia como don Nicolás Bravo y sus familiares Leonardo, Miguel y Víctor de mismo apellido.

Figura 1|08. Estatua de Don José María Morelos, ubicada en la plaza cívica 'Primer Congreso de Anáhuac', en el centro de Chilpancingo.

A la conclusión de la revolución de independencia, el 28 de febrero de 1824, el Congreso constituyente ratificó el título de Ciudad que Morelos había otorgado a Chilpancingo, dándole ahora el nombre de Chilpancingo de los Bravo. El 27 de octubre de 1849 es aprobada por el Congreso de la Unión la erección del estado de Guerrero y se declara como capital provisional la Ciudad de Iguala, en donde se instala el Congreso constituyente en enero de 1850. Posteriormente la capital se traslada a Tixtla y el 9 de octubre de 1870 el Congreso elige a Chilpancingo como nueva capital, categoría que hasta la fecha ostenta.



Con la nueva designación, la ciudad se transformó en el centro de poder del estado; sin embargo, su crecimiento en todos los aspectos fue lento, al igual que en el resto de las poblaciones de la entidad. La revolución de 1910 afectó a la ciudad en gran manera debido a su condición de capital, habiéndose realizado aquí encuentros, escaramuzas y ocupaciones por

los diferentes grupos contendientes. Al concluir esta guerra se inició el despegue de la ciudad, cada vez a ritmo más apresurado, alcanzando poco a poco la modernidad con la que cuenta actualmente, habiéndose convertido en un importante centro cultural, educativo y de poder.

Geografía.

El municipio de Chilpancingo de los Bravo se ubica en el centro-sur del estado de Guerrero y posee una extensión total de 2,338.4 kilómetros cuadrados.

Coordenadas geográficas extremas:

Al norte 17° 37', al sur 17° 10' de latitud norte; al este 98° 00', al oeste 99° 23', al oeste 100° 04' de longitud oeste.

Porcentaje territorial:

El municipio de Chilpancingo de los Bravo representa el 3.4% de la superficie del Estado.

Colindancias:

El municipio colinda al norte con los municipios de General Heliodoro Castillo, Leonardo Bravo, Eduardo Neri y Tixtla de Guerrero; al este con los municipios de Tixtla de Guerrero, Mochitlan y Juan R. Escudero; al sur con los municipios de Juan R. Escudero, Acapulco de Juárez y Coyuca de Benítez; al oeste con los municipios de Coyuca de Benítez y General Heliodoro Castillo.



Figura 1|09. División municipal del estado de Guerrero.

Demografía.

Chilpancingo es la segunda ciudad más poblada del estado, sólo superada por el puerto de Acapulco, cuenta con 192,947 habitantes.

El municipio está conformado por 114 localidades, de ellas sólo cinco (incluyendo la cabecera municipal) superan los 2.500 habitantes.

12

Grupos Quinquenales de Edad	Población total	Hombres	Mujeres
	192947	92873	100074
0 a 4 años	22685	11394	11291
5 a 9 años	23272	11836	11436
10 a 14 años	22623	11538	11085
15 a 19 años	22496	10883	11613
20 a 24 años	21074	9634	11440
25 a 29 años	16003	7309	8694
30 a 34 años	13895	6237	7658
35 a 39 años	12937	5960	6977
40 a 44 años	9623	4629	4994
45 a 49 años	7135	3508	3627
50 a 54 años	5505	2674	2831
55 a 59 años	3938	1866	2072

Figura 1|10. Gráfica y tabla de la población del Municipio de Chilpancingo por grupos quinquenales de edad.

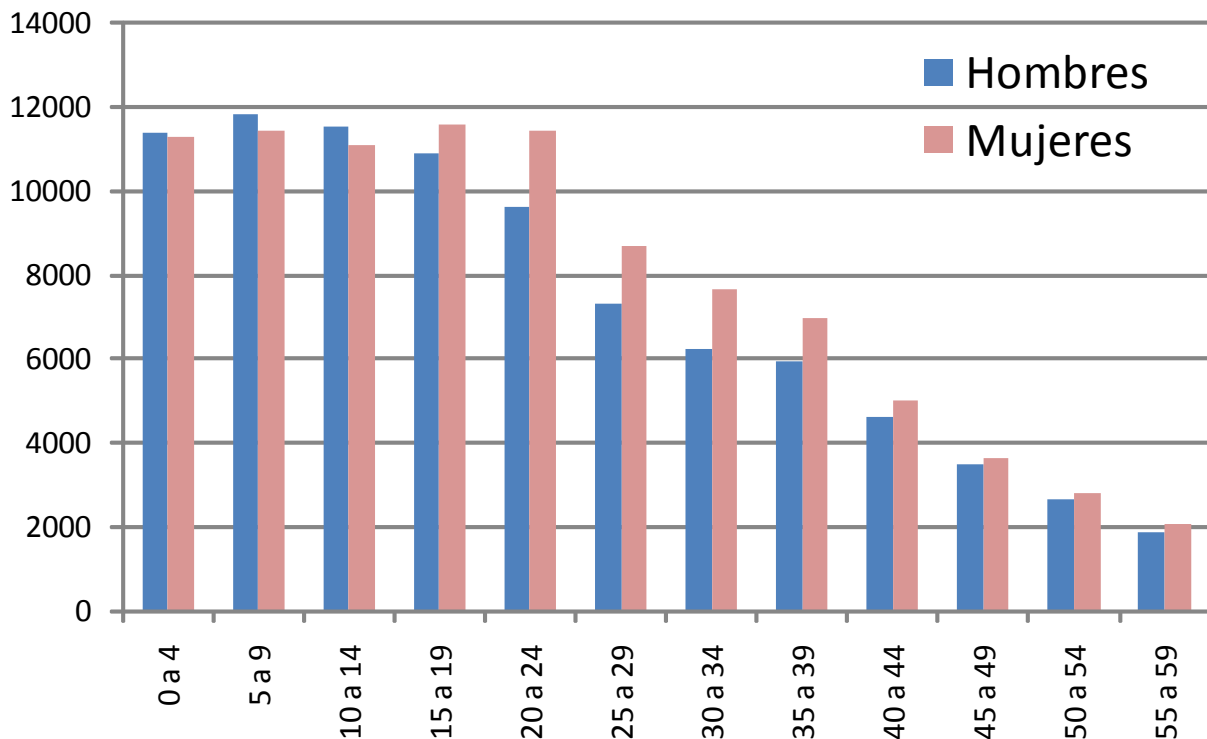




Figura 1|11. Vista aérea del valle de Chilpancingo.
El valle se encuentra entre dos cordilleras, lo cual hace una cañada, que genera importantes corrientes de viento de sur a norte.

Orografía e hidrografía.

La mayor parte del municipio se encuentra ocupado por la Sierra Madre del Sur, por lo cual el terreno es montañoso y escarpado con alturas que oscilan entre 1,000 y más de 3,000 metros sobre el nivel del mar, siendo los cerros más altos el Tlacatepec (3,350 msnm), el Ahuejote Grande (2,320) y el San Vicente (2,840). En algunos lugares se forman valles de cierta extensión, como los de Chilpancingo, Jaleaca, Acapitzatlán, Mazatlán y Buenavista, algunos de los cuales han sido ocupados desde la época prehispánica por grupos étnicos con cultura sedentaria. La totalidad de los ríos y arroyos del municipio nacen en las partes altas de la sierra, siguiendo una trayectoria poniente-oriental y norte-sur.

Asoleamiento.

En la estereografía observamos los recorridos solares durante el año y a lo largo del día, vemos que en verano el sol se encuentra en el zenit, y sufre una inclinación durante invierno. En el solsticio de verano el sol se levanta aproximadamente a las 5:30 y se pone a las 18:30, mientras que en el de invierno, se levanta a las 6:30 y se pone a las 17:30.

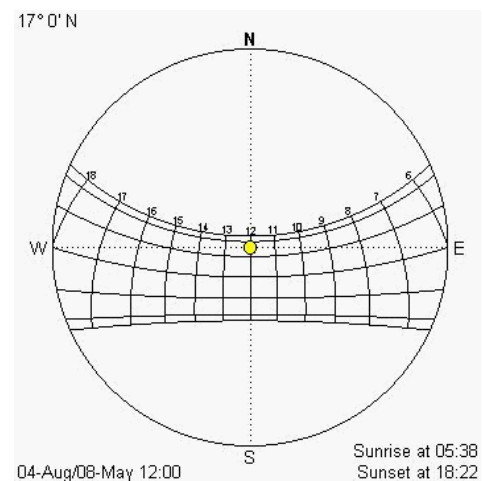


Figura 1|12. Estereografía de la ciudad de Chilpancingo.

Clima.

El Municipio de Chilpancingo cuenta con un clima sin variaciones extremosas durante el año, lo que facilita y da libertad al diseño, permitiendo alcanzar condiciones de confort térmico dentro de las viviendas de manera más sencilla, con una buena orientación y forma del edificio y con un correcto uso de materiales.

14

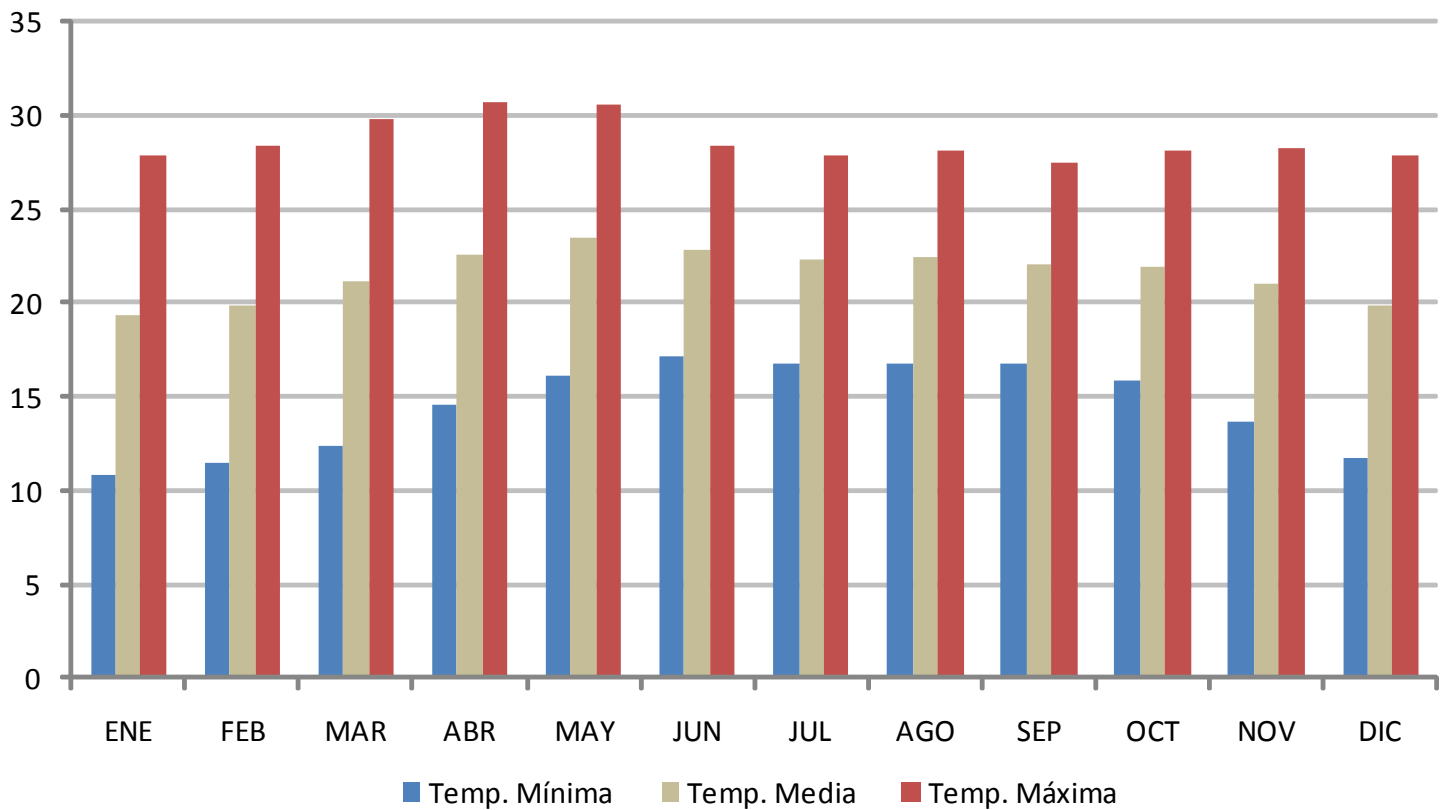


Figura 1|13. Gráfica mensual de la temperatura media en Chilpancingo en grados centígrados

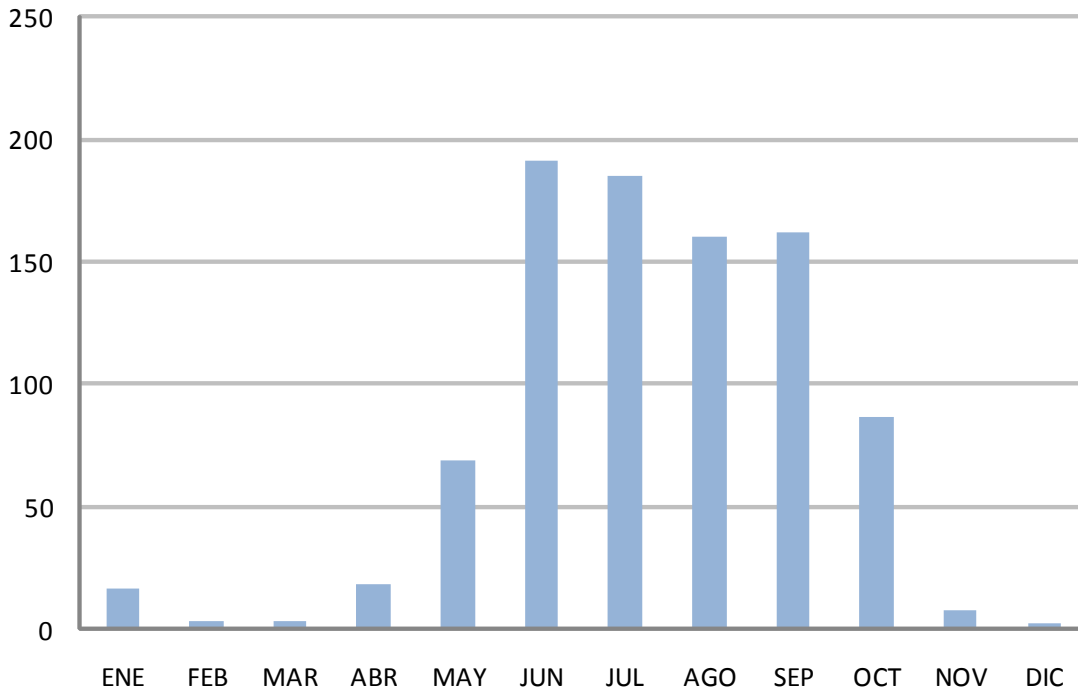
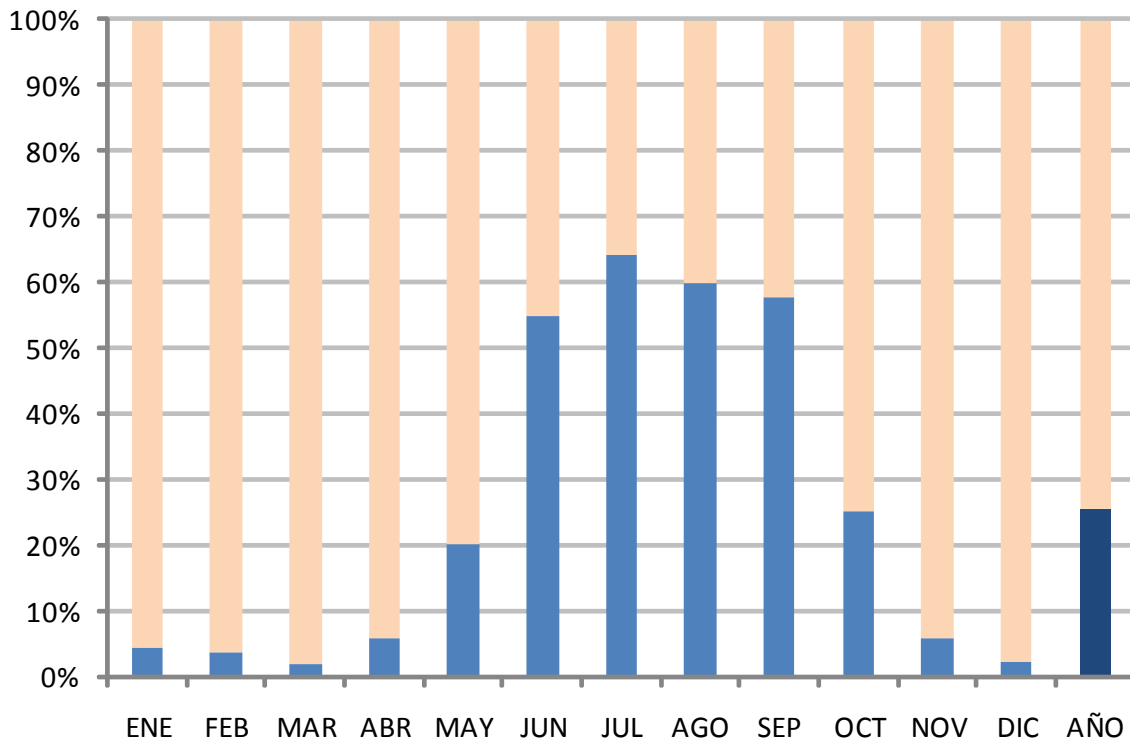


Figura 1|14. Precipitación media mensual en milímetros.

Figura 1|15. Porcentaje de días al mes con lluvia.



GRAVA.....	0,1 MJ/KG
ARENA	0,1 MJ/KG
HORMIGÓN.....	1 MJ/KG
FÀBRICA DE LADRILLO.....	2,8 MJ/KG
MADERA ASERRADA.....	3 MJ/KG
YESO.....	3,3 MJ/KG
LADRILLO.....	4,5 MJ/KG
TABLERO CONTRACHAPADO.....	5 MJ/KG
CEMENTO.....	7,2 MJ/KG
ASFALTO	10 MJ/KG
TABLERO AGLOMERADO	14 MJ/KG
VIDRIO.....	19 MJ/KG
PINTURA PLÁSTICA.....	20 MJ/KG
FIBRA DE VIDRIO.....	30 MJ/KG
ACERO.....	43 MJ/KG
POLIURETANO.....	70 MJ/KG
POLIETILENO.....	75 MJ/KG
POLIPROPILENO.....	77 MJ/KG
PVC.....	80 MJ/KG
COBRE.....	90 MJ/KG
PINTURA (ESMALTES).....	100 MJ/KG
POLIESTIRENO EXPANDIDO.....	100 MJ/KG
NEOPRENO.....	120 MJ/KG
ALUMINIO.....	160 MJ/KG

Figura 1|16. Listado de materiales y el costo energético de su producción.

Como se mencionó anteriormente, la sostenibilidad y su sinónimo sustentabilidad se refieren al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Se dice que un comportamiento o actividad es sostenible, cuando es viable hacerlo indefinidamente. Los criterios básicos de una edificación sostenible son los siguientes:

- Factor de forma.
- Orientación y tratamiento de fachadas.
- Cubiertas: múltiples usos.
- Aislamiento térmico de la piel del edificio: fomento de la inercia térmica.
- Iluminación natural.
- Ventilación natural.

Uso de materiales de una edificación sostenible:

- Sustitución de materiales no renovables y/o escasos, por otros renovables o más banales.
- Sustitución (o eliminación) de los materiales que generan más contaminación o sustancias tóxicas, por otras más benignas ambientalmente.
- Sustitución de los materiales con mayor energía intrínseca por otros de menor costo energético.

- Favorecer la utilización de materiales locales.
- Favorecer la utilización de materiales ligeros.
- Favorecer la reutilización en la obra de los residuos generados.
- Favorecerla separación in situ de los residuos generados en la fase de construcción.

Figura 1|17. Adobe, madera, piedra y teja de barro, materiales locales.



e. Vivienda tradicional en el estado de Guerrero

18



La arquitectura tradicional se refiere a las construcciones hechas por gente de comunidades generalmente de escasos recursos económicos, tanto construcción habitacional como civil, religiosa, etc. Son edificaciones hechas con el conocimiento heredado de generaciones anteriores y con materiales y recursos propios de la región y que además se adaptan a las condiciones climáticas de la zona en que se asientan. En este caso mostraremos los materiales para construcción habitacionales del estado de Guerrero.

Figura 1|18. Uso de teja y muro de piedra

Figura 1|21 (página opuesta). Uso de lámina de cartón y muro de bajareque.



*Figura 1|19. Estructura de Madera.
Coahuayutla, mun. de Coahuayutla*



*Figura 1|20. Estructura de Madera.
Lámina Galvanizada.*

Techumbres.

La techumbre más común en la entidad, es la que se hace a base de vigas y viguetas de morillos (troncos de árboles descortezados de sección circular) con un tejido de varas de diferentes plantas para recibir la teja de barro.

Aunque no es una techumbre tradicional, el uso de la lámina galvanizada, de cartón o asbesto, ha aumentado por ser materiales económicos, versátiles y rápidos de construir. Sin embargo, además de ser antiestética, posee muy malas propiedades térmicas y acústicas.





Adobe.

El adobe es un material hecho a base de piezas hechas de arcilla y zacate, una gramínea que sirve como “amarre”; es decir, para que la pieza no se desbarate y pueda ser transportada, manipulada y colocada en su lugar, a la vez que la hace resistente a la intemperie. Las piezas de adobe son unidas a su vez con un lodo hecho a base de arcilla o barro, zacate y agua. Como adorno se pueden colocar en las uniones pedazos pequeños de teja roja, ladrillo o piedrecillas de diferentes colores.

Figura 1|22. Muro de Adobe. Chichihualco, mun. Leonardo Bravo.

Figura 1|23. Uso de muro de Adobe y lámina galvanizada.





Figura 1|24. Muro de Adobe. Chichihualco, mun. Leonardo Bravo.

Figura 1|25. Uso de muro de Adobe y lámina galvanizada.

Bajareque o “chinantli”.

Hecho con una o dos armazones de tallos delgados de diferentes plantas (acauhtli, carrizo, otate, acahuales—vara de la flor del maguey—) o de fajilla de madera atadas entre sí con hojas de palma, mecate (cordel de ixtle) o alambre recocido. Esta armazón se recubre por la parte de afuera o por ambas caras de un lodo hecho a base de arcilla o barro, zacate y agua. Posteriormente se da una terminación con una mezcla de caliza bruñida.





Proceso constructivo **2** de una vivienda de adobe (obra negra)

La arquitectura es el testigo insobornable de la historia...

- Octavio Paz -

En portada. Interior de la casa de Adobe en estudio.



Figura 2|01. Vista del terreno.

La ubicación de una casa de adobe es muy importante, ya que se necesita “proteger” del entorno, llámese inclemencias del tiempo, flora y fauna, soleamiento, humedad e incluso del propio terreno. Para la elección del lugar se siguieron ciertos criterios básicos por seguridad del edificio:

- No es conveniente que se encuentre muy cerca de una barranca, porque en caso de erosión, la casa se puede ver afectada.

- Debe evitarse la construcción sobre un terreno de relleno, porque al no ser parte natural del suelo y estar sueltos, pueden hundirse o desplazarse con facilidad.

- No debe ubicarse muy cerca de una ladera, ya que puede rodarse material o troncos que dañen o hasta destruyan la casa.

- No es recomendable ubicarlo cerca de tierras con exceso de humedad. El terreno puede hundirse con facilidad o desnivelarse, además de que la humedad daña seriamente al adobe.



Figura 2|02. Ladera en el terreno, que se evitó.

Es por eso que la vivienda objeto de este ejemplo se ubicó en un terreno seco y elevado; sin embargo, no se pudo evitar que quedara en la ladera, por lo que se construyeron muros de contención y terrazas para atenuar la inclinación. Cabe mencionar que la casa cuenta con una excelente vista y se ubica muy cerca de una vialidad importante.



Figura 2|03. Vista del terreno.

b. Trazo y nivelación



Figura 2|04. Vista de la conformación de terrazas.

Cuando el desnivel del terreno natural es de cierta importancia, es necesaria la construcción de terrazas, por lo que es conveniente garantizar su estabilidad mediante la construcción de muros de contención.

En este caso, el desnivel se tomó en cuenta desde el proyecto, y se diseñaron tres terrazas a diferentes alturas; la primera y más grande en donde finalmente se desplantó la casa, la segunda y tercera en el jardín y patio en niveles inferiores. Se aprovechó una cuarta terraza, ya existente, para el acceso a la casa.



**Figura 2|05. Trazo de ejes.
Maquinaria para nivelación de terreno.**

Los cimientos de las casas de adobe tienen tres propósitos fundamentales:

- Repartir las cargas de la vivienda de manera uniforme sobre el terreno en que se desplanta.
- Aislar de la humedad del suelo a las paredes de adobe.
- Proteger la parte inferior de los muros de la casa de la erosión por la salpicadura de la lluvia que cae del tejado.

Figura 2|06. Vista del cruce de ejes que muestra la plancha de cimentación.





Figura 2|07. Muro de contención, plancha de cimentación y colocación de adobe.

Los cimientos más convenientes son los de piedra junteada con mortero, los cuales no se deben asentar en la capa vegetal del terreno. Estos deben sobresalir de la superficie de 40 a 60 cm, para evitar el contacto del adobe con la humedad del entorno, ya que por ser tierra, es un material muy erosionable.

Sólo si el suelo es de alta resistencia, el adobe puede colocarse directamente sobre el terreno natural, teniendo cuidado de aislarlo de la humedad.

En este caso, debido a la topografía del terreno natural, hubo necesidad de construir muros de contención y por las buenas condiciones de capacidad de carga del suelo no se requirió construir una cimentación, propiamente dicha. En su lugar se coló una plancha de 50 centímetros de ancho y ocho centímetros de espesor reforzada con malla electrosoldada.

d. Muros de contención y cepas

30



Figura 2|08. Cepa para la colocación de muro de contención.

En este caso en particular, el terreno natural en donde se desplantó la casa-habitación tiene una pendiente del 41%, por lo cual fue necesario construir muros de contención en diferentes niveles en dos de sus costados.

Los muros de contención pueden ser hechos con diferentes procedimientos constructivos, siendo los mas usuales el muro seco (piedra acomodada sin juntar), postes y viguetas de madera, mampostería de piedra o mampostería de tabicón y/o tabique.

En este caso se optó por la alternativa de muros de contención de mampostería de tercera clase juntaada con mortero de cemento-arena hasta con una altura variable de 50 centímetros a dos metros. A partir del enrase de dicho elemento se construyó un muro de tabicón de hasta dos metros de altura en los lugares donde fue necesario.

Para alojar los muros de contención se fijaron niveles de desplante en el terreno, escalonándolos con diferencia de 50 centímetros de altura. Por esta situación, las cepas que se hicieron, no fueron de mucha profundidad. Debida a la buena capacidad del terreno, y al tipo de material, no hubo necesidad de colocar plantilla de desplante.

Figura 2|09. Transporte de piedra para mampostería.



Figura 2|10. Mampostería juntada con mortero.



e. Elaboración del adobe

Figura 2|11 Extracción de arena apta para adobe. Zacate.



Para que una construcción de adobe sea redituable, se debe de hacer con barro local. La producción de las piezas de adobe se comienza por ubicar un banco para extraer la arena con las características aptas, en este caso es un banco de arcilla caliza. Esta arcilla debe ser revuelta con zacate y debe homogeneizarse, usualmente es hecho con los pies.

Después, se deja reposar por dos días antes de vaciarlo en un molde con las medidas deseadas. Esto se hace con el propósito de que el lodo se humedezca perfectamente y dar oportunidad a que las piedras de caliza atrapadas “revienten”. Al momento de colocar el lodo en el molde, se vuelve a amasar con las manos, se empareja y se quita el molde. Después de tres días, se “paran” los adobes para que se sequen más rápido y para que ocupen menos espacio.

Su resistencia máxima se logra a las tres semanas. Es entonces cuando se puede manipular el barro a voluntad sin que se quiebre y se puede empezar la construcción.

En caso de ser necesario, a las piezas de adobe se puede adicionar cemento gris, para mejorar su resistencia. También se puede agregar colorante (tierra o color comercial) para lograr diferentes tonalidades.



Figura 2|13.
Revoltura de barro para junteo.

Figura 2|12.
Amasado de barro para junteo.





Figura 2|14. Colocación del barro en el molde.



Figura 2|15. Enrasado.



Figura 2|16. El barro se empareja con ayuda del molde.



Figura 2|17. Retiro del molde.



Figura 2|18. Piezas de adobe fresco.



Figura 2|19. Piezas de adobe secas.



Figura 2|20 Piezas de adobe fresco.



Figura 2|21. Piezas de adobe secas y apiladas.



Los muros construidos con adobe de arcilla y zacate tienen diversas propiedades que los hacen adecuados para las condiciones climáticas de la región: son aislantes térmicos y acústicos, y por su anchura presentan condiciones de estabilidad convenientes para resistir la actividad sísmica del estado.

De acuerdo con la experiencia en la región, la anchura de las piezas de adobe deben de ser proporcionales con la altura proyectada del edificio:

- Para alturas de 2.40 metros debe usarse 40 centímetros de espesor.
- Para alturas de hasta 3.60 metros debe usarse 60 centímetros.

Es peligroso usar el adobe en dos o más pisos sin estructura especial y/o tomar las providencias necesarias en cuanto a geometría y resistencia de los materiales utilizados (madera, piedra y adobe).

Figura 2|22 (Página opuesta). Nivelación de las piezas de adobe al construir el muro.



Figura 2|23. Colocación de piezas de adobe para formar el muro.



Figura 2|24. Vista del muro desde el interior de la casa.





Figura 2|27.
Colocación de piezas de adobe en el muro.

Las piezas de adobe se colocan con nivel y plomada como cualquier muro de tabique o mampostería. En la unión de los muros, el adobe deberá traslaparse para reforzar las esquinas.

Figura 2|25
(Página opuesta, superior).
Forma de traslape de piezas de adobe en esquinas.

Es conveniente colar castillos en las uniones de muros como refuerzo. Este castillo puede dejarse ahogado dentro de los mismos muros de adobe, para evitar que sean visibles.

De ser necesario, en la parte superior de la esquina se le colocará un dentellón, que será colado monolíticamente con la dala. El dentellón tendrá cuatro varillas del número 3 y anillos de alambón del número 2 a cada 30 centímetros.

Figura 2|26
(Página opuesta, inferior).
Muro de adobe visto desde el exterior de la casa.

Las piezas de adobe se colocan cuatrapeadas y se juntan con un lodo hecho de arcilla y agua. Con fines decorativos en las juntas se pueden colocar pedazos de teja o grava de diferentes colores.

g. Cuapanotes

42



Se da el nombre local de “cuapanote” al dintel de madera que se coloca a todo el ancho del muro como cerramiento de puertas y ventanas.

El término en náhuatl es ‘cuauhpanotli’:

- Cuáhuatl – árbol, madera, palo.
- Panoa – Atravesar, cruzar, vadear, hacer puente.
- Tli – Absolutivo nominal.

Este elemento estructural es un tablón de 3” a 4” de espesor, que va sobre todos los vanos y se empotra un mínimo de 30 centímetros en ambos lados. En este caso, para garantizar una mayor duración, los dinteles previamente se curaron con pentaclorofenol.

Figura 2|28. Cuapanotes consecutivo en vanos interiores.

Figura 2|29 (Página opuesta, superior). Cuapanote, hilada de piezas de adobe y dala de cerramiento.

Figura 2|30 (Página opuesta, inferior). Colocación de piezas de adobe en el muro.



taller: luis barragan



*Figura 2|32
(Página opuesta, superior).
Horcones alineados, nive-
lados y fijos.*

*Figura 2|33
(Página opuesta, inferior).
Horcones sembrados antes
de la construcción del muro.*

*Figura 2|31. Poste con
horqueta, ahogado en el
muro de contención.*

Se le da el nombre de horcón a un poste de madera que presenta en uno de sus extremos una bifurcación (natural o tallada artificialmente) llamada horqueta que sirve para recibir las vigas que soportan los claros largos.

Se empotran dentro de la cimentación o directamente en el terreno natural, lo cual no es recomendado porque se expone a la humedad y al ataque de las termitas.

Estos postes de madera se ahogan por lo menos 50 centímetros y se protege con asfalto o por su empotre dentro de la mampostería.

Al empotrarlos debe ponerse especial cuidado para que queden colocados lo más verticalmente que sea posible y especialmente bien alineados los centros de las horquetas y a la misma altura, para que las vigas queden totalmente horizontales.



taller: luis barragan



Figura 2|34. Viguetas descansando sobre viga de madera.

Para cubrir los claros grandes, se colocan vigas o tirantes de madera de las dimensiones convenientes, las cuales se colocan en las horquetas de los postes. Estas uniones no requieren otro tratamiento para mantenerlas en su lugar, ya que se sostienen por el propio ensamble. Se debe tener cuidado, dentro de lo posible, que las vigas se coloquen a nivel.

En nuestro caso se aprecia una techumbre mixta. Los soportes de madera van de la unión de la media agua hacia los extremos. Cabe señalar que hay un muro de carga justo en este axis, por lo cual, no hubo necesidad de colocar una viga en él.

Figura 2|35 (Página opuesta, superior). Viga de madera, vista desde el interior de la casa.

Figura 2|36 (Página opuesta, inferior). Viga uniendo los tres horcones y librando grandes claros.



taller: luis barragan



Para enrasar los muros y recibir la losa en la parte superior horizontal e inclinada se decidió colar dalas de cerramiento de un ancho menor al del muro armada con 4 varillas del número 3 con una altura de 10 a 15 centímetros. Estas dalas se armaron con anillos de alambón de 1/4" separados a cada 30 centímetros. El traslape de las varillas, la cimbra, los amarres, la proporción del cemento, etc. se aplican con los parámetros estándares normales.

Con el propósito de recibir las vigas de la techumbre, en el caso que nos ocupa, se dejaron ahogados anillos abiertos de alambón dentro de las dalas, desde su parte inferior. Después de colocar las vigas, los alambones se cruzaron a manera de grapa.

En algunos casos, es conveniente amarrar la dala a un dentellón, anclado en cada una de las esquinas de la casa, armada también con varilla del número 3, y que tenga una altura aproximada de 5 hiladas de adobe. Esto se hace con el fin de hacer las uniones más resistentes en caso de sismos.

Cuando no hay apoyos intermedios, para fortalecer la estructura, se deben construir dalas horizontales en los triángulos, que serán de las mismas características que las anteriormente mencionadas.

Figura 2|37
(Página opuesta).
Grapas de alambón
ahogadas en dala
para recibir viguetas.



Figura 2|39.
Dala exterior y dala de
unión de medias aguas.

Figura 2|38. Dala
longitudinal colada.
Dala diagonal
cimbrándose.





Figura 2|40. Viguetas sujetas con alambón a la dala y encachetadas con maderas.

La techumbre se construye sobre soportes de madera, ya sea a base de viguetas de sección rectangular o de morillos de sección circular. Estos elementos se colocan de manera paralela separadas a cada 50 centímetros o a la distancia que obligue el material que se utilice sobre ellas.

Cuando las viguetas no alcanzan las dimensiones que se requieren para formar la techumbre, se ensamblan, empatan o machihembran dos vigas entre sí. En este caso se aprovechó el eje de los muros para realizar esta unión con otros trozos de maderas (cachetes), amarrados además con anillos de alambón.

Figura 2|41 (Página opuesta, superior). Viguetas encachetadas y amarradas con alambón a la dala.

Figura 2|42 (Página opuesta, inferior). Vista interior de viguetas.



taller: luis barragan



Figura 2|43
Unión de viguetas con placa metálica, descansando en viga de madera.

Figura 2|45
(Página opuesta, superior). Vigüeta central de metal y vigüetas de madera adornada tipo pecho de paloma.



Figura 2|44. *Unión de vigüetas con placa metálica.*

Figura 2|46
(Página opuesta, inferior). Vigüeta central de acero PTR.

En las vigüetas visibles, como las que están sobre la viga, se unieron por medio de placas de acero fijadas con pernos del mismo material. Así mismo, para garantizar su estabilidad previo al colado de la losa, las vigüetas se unieron en el eje cumbre con las mismas placas metálicas.

La viga del centro, por tener mayor importancia estructural, se colocó de metal; con el mismo alto, ancho y largo de las de madera. Como elemento decorativo, a los extremos de las vigüetas se les dio una terminación de "pecho de paloma".



taller: luis barragan



Figura 2|47. Colocación de solera sobre viguetas.

En el siguiente paso, sobre las viguetas pueden seguirse diferentes procedimientos constructivos. Puede colocarse fajilla de madera, varas de diferentes plantas, como acauhtli, calehual (vara de la flor del maguey), corazón de órgano, carrizo, otate, etcétera. En este caso particular se decidió utilizar solera de barro rojo precocida de 50 por 25 centímetros. Estos ladrillos o soleras son colocados a manera de bóveda catalana.

En este caso, sobre la solera de barro se tiende la malla electrosoldada que servirá para colar la losa delgada.

*Figura 2|48
(Página opuesta, superior).
Colocación de solera.*

*Figura 2|49
(Página opuesta, inferior).
Colocación de malla
electrosoldada sobre solera.*



Sobre la bóveda catalana, se cuela una losa ligera de concreto armado con una malla electrosoldada de cinco centímetros de espesor. Se decidió ponerla porque así lo requiere el método constructivo para soleras de barro. Cuando se emplea carrizo, calehual (maguey), acauhtli (acaucli, en español) o tabla, se coloca un terrazo barro-zacate o directamente sobre el tejido o madera.

La losa tiene el propósito de dar mayor rigidez a la estructura y proveer de una cubierta impermeable que evite la presencia de gotera o filtración del agua de lluvia. Por esta razón, debe tenerse especial cuidado en cerrar la textura de la misma al concluirse el colado con un apisonado leve y colocando una lechada de cemento.

Con el propósito de evitar que las viguetas, y en consecuencia la losa, se flexionen por efecto del peso propio, previo al colado de la losa se apuntalan las viguetas de madera con polines del mismo tipo de material, las cuales se retiran cuando la resistencia del concreto alcance su tiempo de fraguado óptimo (21 días)

*Figura 2|51
(Página opuesta, superior).
Traslado y vaciado
de cemento.*

*Figura 2|52
(Página opuesta, inferior).
Colocación de losa inclinada.*

*Figura 2|50. Colocado de
losa inclinada.*







Figura 2|53. Teja sobre losa ya colocada.

Una vez que ha fraguado la losa, se coloca sobre ella, teja de barro rojo recocido, la cual tiene tres funciones; sirve como de aislante térmico, acústico y para canalizar la corriente de agua de lluvia.

La teja que se utilizó en esta obra, fue rescatada de una antigua casa en demolición, es por eso que fue tratada con sellador vinílico y pintada con cemento coloreado.

Figura 2|54 (Página opuesta, superior). Colocación de teja

Figura 2|55 (Página opuesta, inferior). Apliado de teja sobre losa.





Proceso constructivo **3** de una vivienda de adobe (acabados)

*No me pregunten de este edificio o de aquel.
No miren lo que yo hago. Miren lo que yo vi...*

- Luis Barragan -



*Figura 3|01. Malla de gallinero en muro de tabique.
Proceso similar al muro de adobe.*

Figura 3|02. Aplanado de muro.



En portada. Interior de la casa de Adobe. Sala.



Figura 3|03. Emparejado con regla.

Por cuestiones de diseño, algunos muros fueron aplanados y otros se dejaron aparentes. En el caso de los muros aplanados, se fijó malla de gallinero al muro de adobe con el propósito de garantizar la adherencia del aplanado con la pared y prevenir grietas y fisuras en el aplanado.

En los muros aparentes en las paredes de adobe se debe agregar abundante sellador vinílico. Se deberá poner especial atención de que ninguno de los muros aparentes le caiga agua de lluvia.

Figura 3|04. Se le agrega sellador vinílico a muros aparentes.





*Figura 3|05.
Instalación de
lavabo artesanal.*



*Figura 3|06.
Lavabo artesanal ya
instalado y funcionando.*

Hidráulica

Para abastecer la casa de agua potable se utilizaron manantiales existentes cerca del predio, ubicados a unos 80 metros hacia la parte superior oriente. Para ello se construyeron pozos de captación de hasta un metro de profundidad de donde se entubó el agua para llenar unas cisternas prefabricadas. Para hacerla apta a las necesidades de la casa colocó un filtro antes de la cisterna y se le da tratamiento con cloro.

Sanitaria

Las aguas usadas se dividieron en dos sistemas.

- Para las aguas jabonosas o grises, producto de la cocina, lavabos y regadera del baño, se captan en una tubería que desemboca en una jardinera, en las que sembraron plantas que purifican y limpian el agua.
- Para las aguas negras, se escavó un pozo de absorción en la ladera inferior de la casa, la cual fue protegida con una losa con el propósito de no despedir malos olores o representar un peligro.



*Figura 3|07.
Cocina, fuente de
aguas jabonosas.*

*Figura 3|08. Jardine-
ra para desfogue de
aguas jabonosas.*





*Figura 3|09.
Lámpara al interior.*



*Figura 3|10.
Lámpara exterior.*

Eléctrica

Excepto para las salidas de las lámparas del techo, todo el enramado de la instalación eléctrica se hizo por el suelo, con el propósito de no ranurar el adobe y poder dejar aparente el muro sin que se note la instalación.

Gas

Para dar servicio a la cocina y al baño, se colocó un tanque estacionario que abastece un calentador de paso ubicado en el patio de servicio. Para que fuera acorde con el aspecto general de la casa, se buscó que tanto el tanque como el calentador no fueran visibles. El primero se colocó debajo de las escaleras del patio de servicio y el segundo en dicho patio, pero dentro de una caseta de tabique, que además le sirve de protección contra los vientos y evita que este se apague.



Figura 3|11. Estufa.

Figura 3|12.
Calentador de Gas.



Figura 3|13.
Tanque estacionario, escondido
bajo escaleras de servicio





Figura 3|14. Construcción del firme hidráulico.



Figura 3|15. Aplanado de piso

Sobre el terreno del interior de la casa se construye un firme de concreto hidráulico de 8cm de espesor, y posteriormente se viste de diferentes materiales como ladrillo de barro rojo, cemento pulido o loseta de cerámica. En este caso se prefirió el uso de baldosa de barro.



Figura 3|16.
Pegado de baldosa.



Figura 3|17.
Piso terminado.
Baldosa de barro.



Figura 3|18.
Ventana fija en baño.



Figura 3|19.
Abatimiento de puertas

Los vanos de las ventanas tienen un metro de ancho. Se propuso esta medida como máximo para evitar la presencia de claros grandes, no adecuados para estructuras de adobe. La altura de las ventanas en las recámaras son de 1.70 metros de alto.

Los vanos de las ventanas se cierran con dos elementos: una de cristal con el propósito de iluminar

las habitaciones y otra que consta de dos hojas de madera que evitan el paso de la luz y dan mayor seguridad a la casa. En las ventanas de cristal se colocan las cortinas de tipo "visillos".

Las ventanas de cristal se ubicaron en la parte exterior del vano para que pudieran batir contra el paño exterior del muro, mientras tanto, las ventanas ciegas se baten contra el paño interior del muro.



*Figura 3|20.
Ventana de segunda
recámara, adornada
en parte baja de vano*

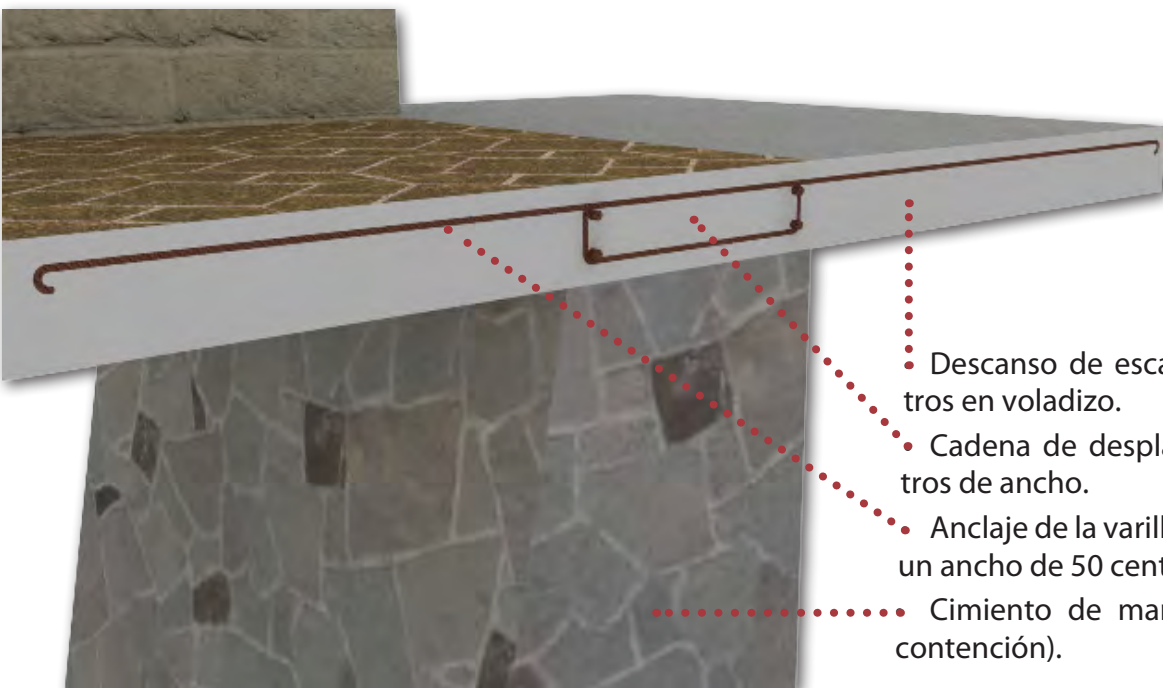


*Figura 3|21.
Aldaba de fierro,
como seguro de
ventana ciega*



*Figura 3|22.
Modelo de escalera.*

Para la ejecución de esta escalera se tuvo que crear un descanso en cantiliver, que uniera la escalera con la puerta de servicio:



*Figura 3|23.
Corte del descanso de escalera en cantiliver.*

- Descanso de escalera de 80 centímetros en voladizo.
- Cadena de desplante de 35 centímetros de ancho.
- Anclaje de la varilla dentro del firme en un ancho de 50 centímetros.
- Cimiento de mampostería (muro de contención).

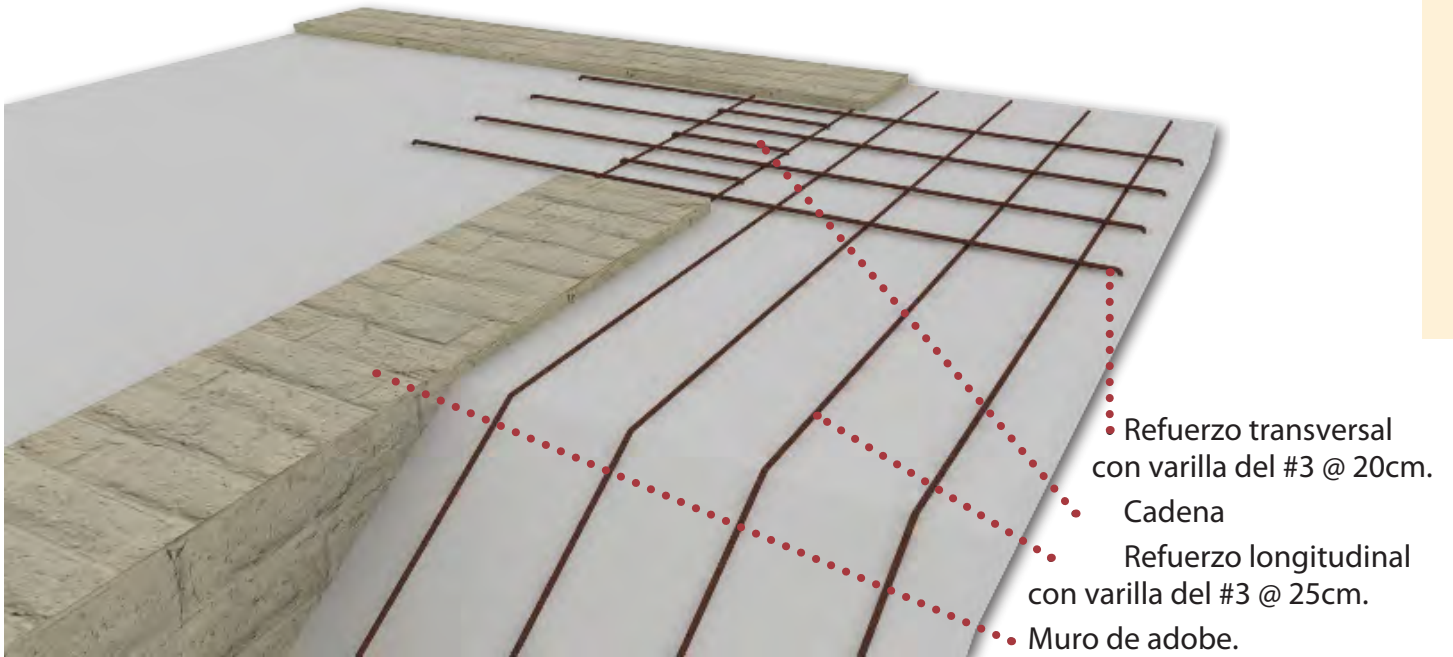


Figura 3|24.
Armado de escalera.

Figura 3|25.
Perfil de escalera.
Se puede apreciar la construcción de la rampa.





El diseño del peralte fue hecho con azulejos de 11 cm de lado;

- Granzón lavado
- Azulejo beige
- Azulejo beige con estampado en forma de flor. Colores amarillo-naranja y azul cobalto.
- Azulejo azul cobalto.

Figura 3|26.
Detalle de azulejos.

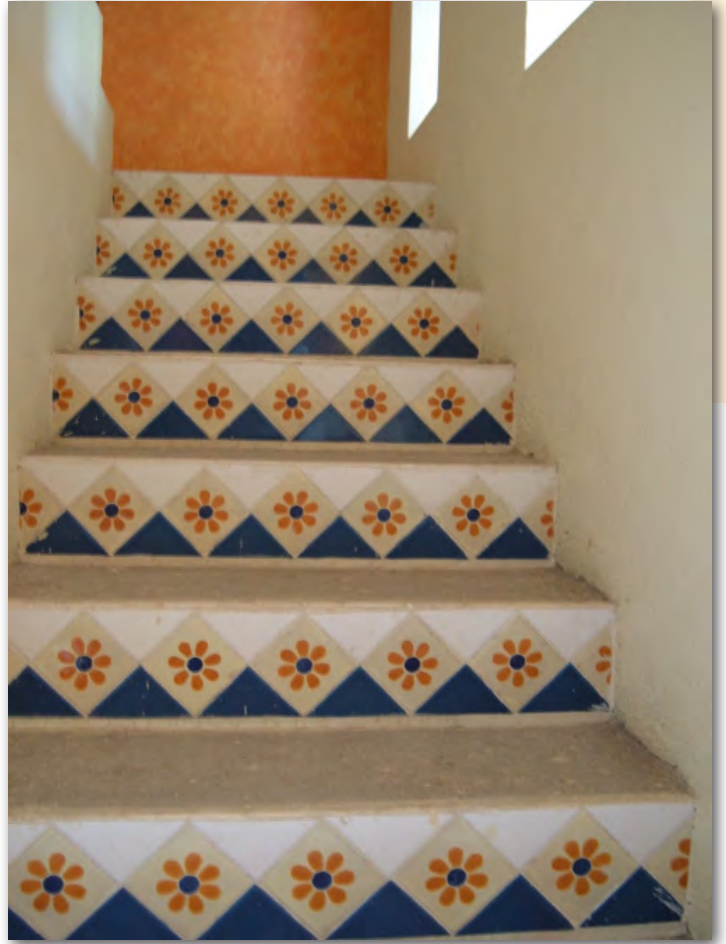
Figura 3|27.
Particular de escalera.



Figura 3|28.
(Página opuesta, superior izquierda).
Escalera exterior.
Mismo diseño de peralte. Huella de granzón lavado.

Figura 3|29.
(Página opuesta, superior izquierda).
Escalera interior. Mismo diseño de peralte. Huella y nariz de duela (aún no puesta).

Figura 3|30.
(Página opuesta, inferior).
Escalera exterior.
Construcción de firme en el descanso.



taller: luis barragan



*Figura 3|31.
Puerta de madera y manija.*

En la medida de lo posible se trató de utilizar materiales naturales también para los acabados, como el barro en los pisos, o la madera para zoclos, placas para apagadores, puertas, etc.

*Figura 3|32.
(Página opuesta, superior).
Acabados de baño en su
mayoría de madera.
También se utilizó cerámica
para aislar la humedad.*

*Figura 3|33.
(Página opuesta, inferior).
Tapete de grava.
Decora la unión de pisos y di-
vide visualmente los espacios.*



taller: luis barragan



*Figura 3|34.
Apagador de madera.*



*Figura 3|35.
Tlecuile (fogón para ollas
y comales) y mesa de tabi-
que y azulejo. Ubicados al
fondo de la cochera.*



Figura 3|36.
Parrilla de carbón
en el patio.



*Figura 3|37.
Amueblado de sala y comedor.*

Para hacer acorde el tipo de construcción y el acabado aparente de adobe, así como el aplacado rústico, se escogieron muebles artesanales, algunos de manufactura local.

*Figura 3|38.
(Página opuesta, superior).
Mesa de comedor y
puerta de recámara.*

*Figura 3|39.
(Página opuesta, inferior).
Cocina.*



taller: luis barragan



Figura 3|40.
Recibidor.



Figura 3|41.
Sala.



Instalaciones Especiales **4**

*La arquitectura, es una música de piedras.
La música, una arquitectura de sonidos.*

- Ludwig Van Beethoven -

a. Captación de Aguas Pluviales

86



*Figura 4|01.
Recolección y conducción
del agua en canaletas.*

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola. En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento.

En la captación del agua de lluvia con fines domésticos se acostumbra a utilizar la superficie del techo como captación, conociéndose a este modelo como SCAPT (sistema de captación de agua pluvial en techos). Este modelo tiene un beneficio adicional y es que, además de su ubicación, minimiza la contaminación del agua. Los excedentes de agua pueden ser empleados en pequeñas áreas verdes.

Captación

Conformado por el techo de la edificación o áreas aledañas a la misma, los cuales deben contar con la superficie y pendientes adecuadas para facilitar el escurrimiento hacia el sistema de recolección. En viviendas, el área de captación está limitada por el área del techo y su tamaño se calcula multiplicando la longitud por el ancho del mismo [Figura 4|02].

Recolección y conducción

Lo componen canaletas adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua se acumula antes de caer al suelo [Figura 4|01]. El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua, fácil de unir entre si y que no contamine el agua con compuestos orgánicos o inorgánicos. El sistema también debe tener mallas que retengan basura, excremento de aves, hojas, etc.

Las canaletas pueden ser de los siguientes materiales:

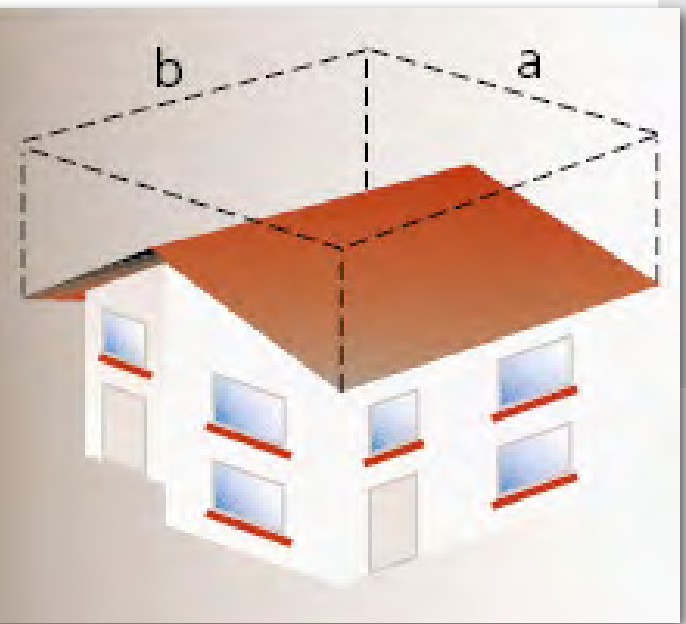


Figura 4|02.
Superficie de captación.

- De Metal, son las que más duran y menos mantenimiento necesitan, sin embargo son costosas.
- Confeccionadas a base de bambú y madera son fáciles de construir pero se deterioran rápidamente.
- De PVC son más fáciles de obtener, durables y no son muy costosas, aunque poco estéticas.

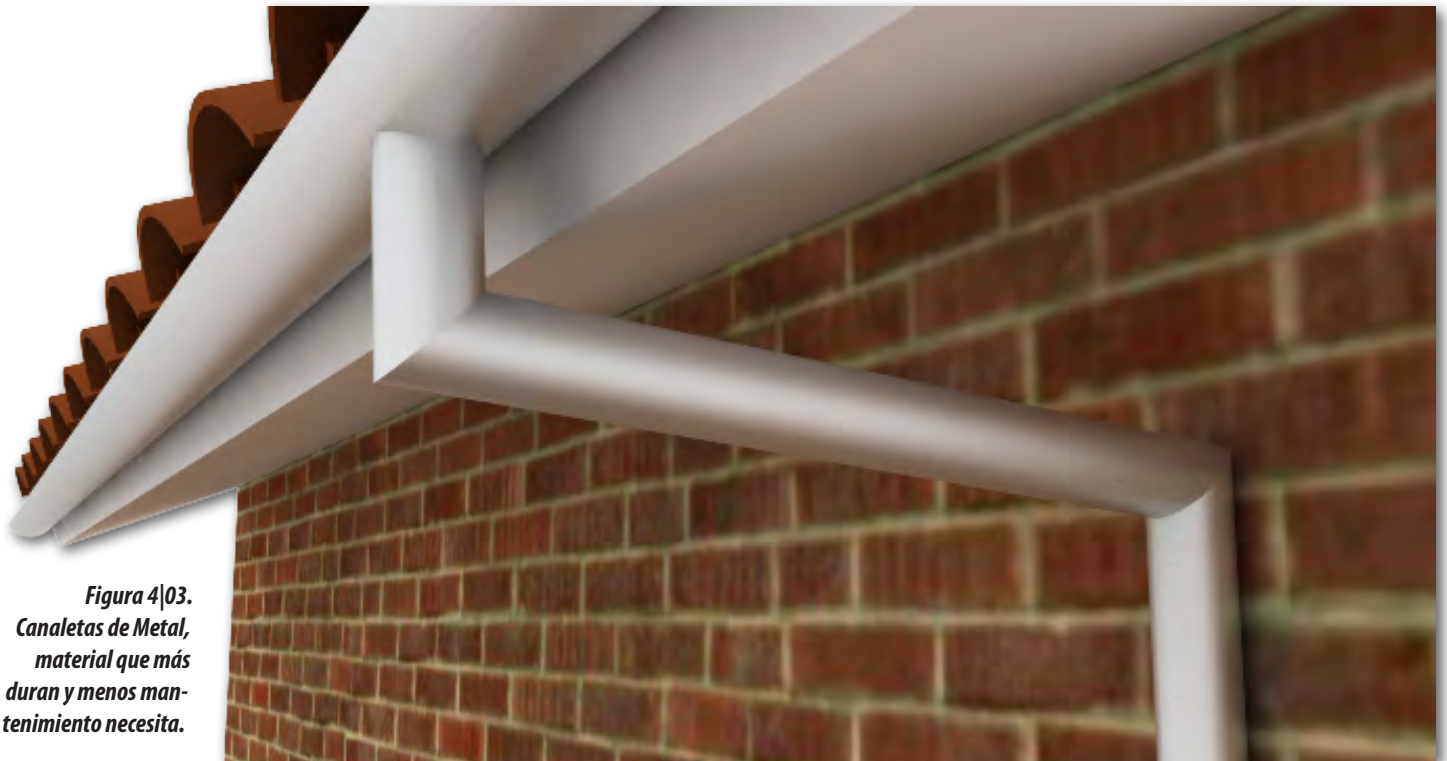


Figura 4|03.
Canaletas de Metal,
material que más duran y menos mantenimiento necesita.

Se debe desconectar manualmente el sistema de recolección, en la primera lluvia de la temporada, para que el agua haga un "lavado natural" de losa, dejando que el agua acarree los residuos sólidos, y así no almacenarlos.

Una vez que se ha captado el agua de la losa, y que se ha conducido desde la teja y por las canaletas, hay varias alternativas para almacenarla. Estas pueden ser una cisterna de concreto armado, un tanque de plástico, etc.

Antes de almacenar el agua, debe pasar por un par de tanques para remover impurezas. Los tanques, no deberán ser muy grandes porque su función no es la de almacenar agua, pero tampoco muy pequeña, ya que debe facilitar el paso de agua filtrada, y así evitar el desbordamiento por algún abrupto ingreso de agua. La capacidad promedio recomendada es de 100 litros de agua.

Debe haber un mecanismo que evite el ingreso de agua a nuestro sistema cuando esté llena la cisterna: Se puede ubicar un flotador en la cisterna que desviaría el agua de lluvia antes de el ingreso a nuestro primer tanque, canalizándola hacia áreas verdes o drenaje.

Figura 4|04.
Sistema de recolección y tanques de sedimentación y filtración.



Tanque de Sedimentación.

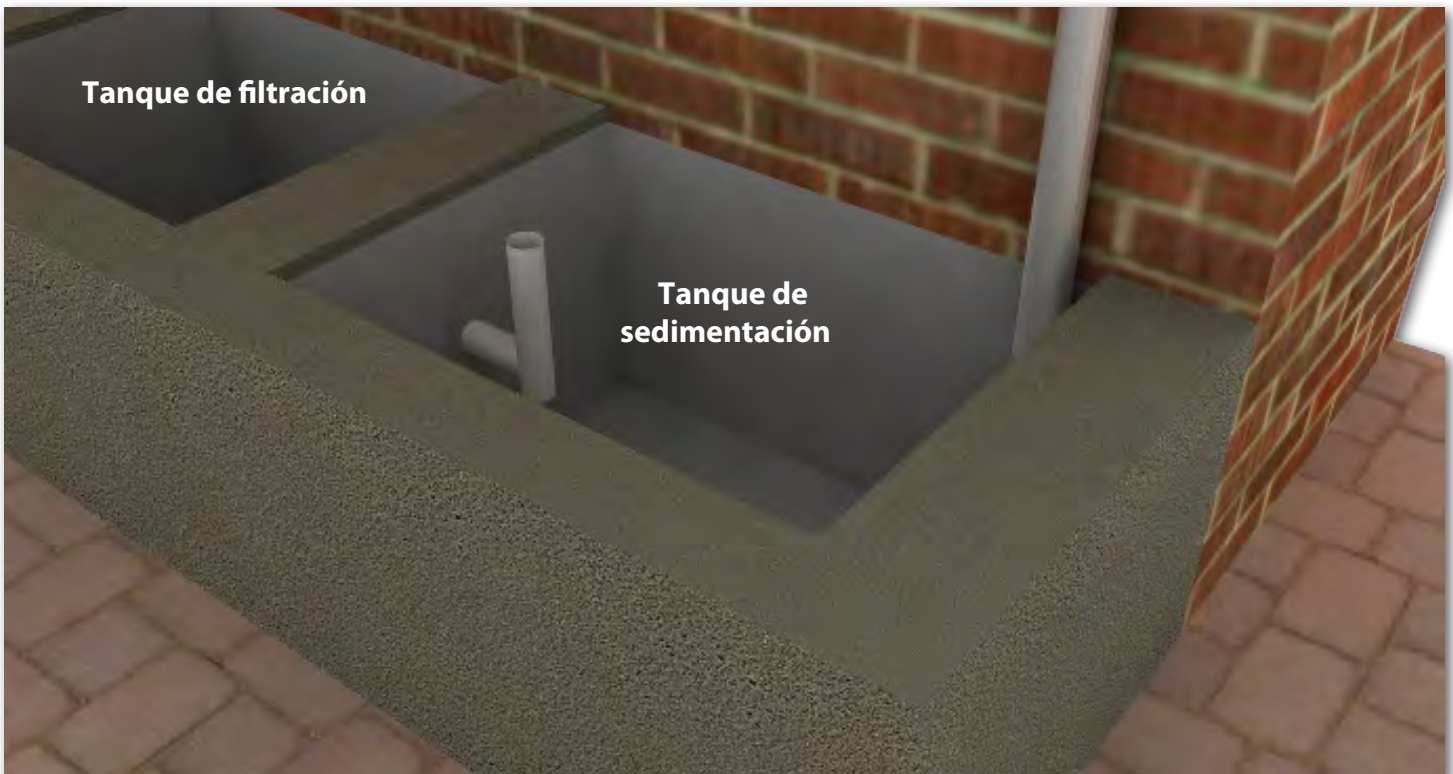
Es la primer cámara de filtración del agua pluvial; viene directamente desde la canaleta por un tubo de PVC o metal, y sirve para atrapar los cuerpos sólidos grandes que podrían contaminar y obstaculizar el curso natural del agua.

Este tanque cuenta solo con el tubo de entrada de agua, la cámara y el tubo de salida de agua; sin embargo, lo que hace a este sistema eficiente, es la disposición de los mismos. El tubo de entrada tiene que estar a muy poca distancia del fondo de la cámara, para evitar que la velocidad de caída del agua, haga que se mezclen las impurezas con el agua; y el tubo de salida tiene que estar lo más alejado posible del fondo de la cámara, para evitar que algunos sólidos pasen al siguiente tanque, ya que por su propio peso se sedimentan.



Figura 4|05.
Tanque de sedimentación.

Figura 4|06.
Tubo de descarga, tanque de sedimentación y tanque de filtración.



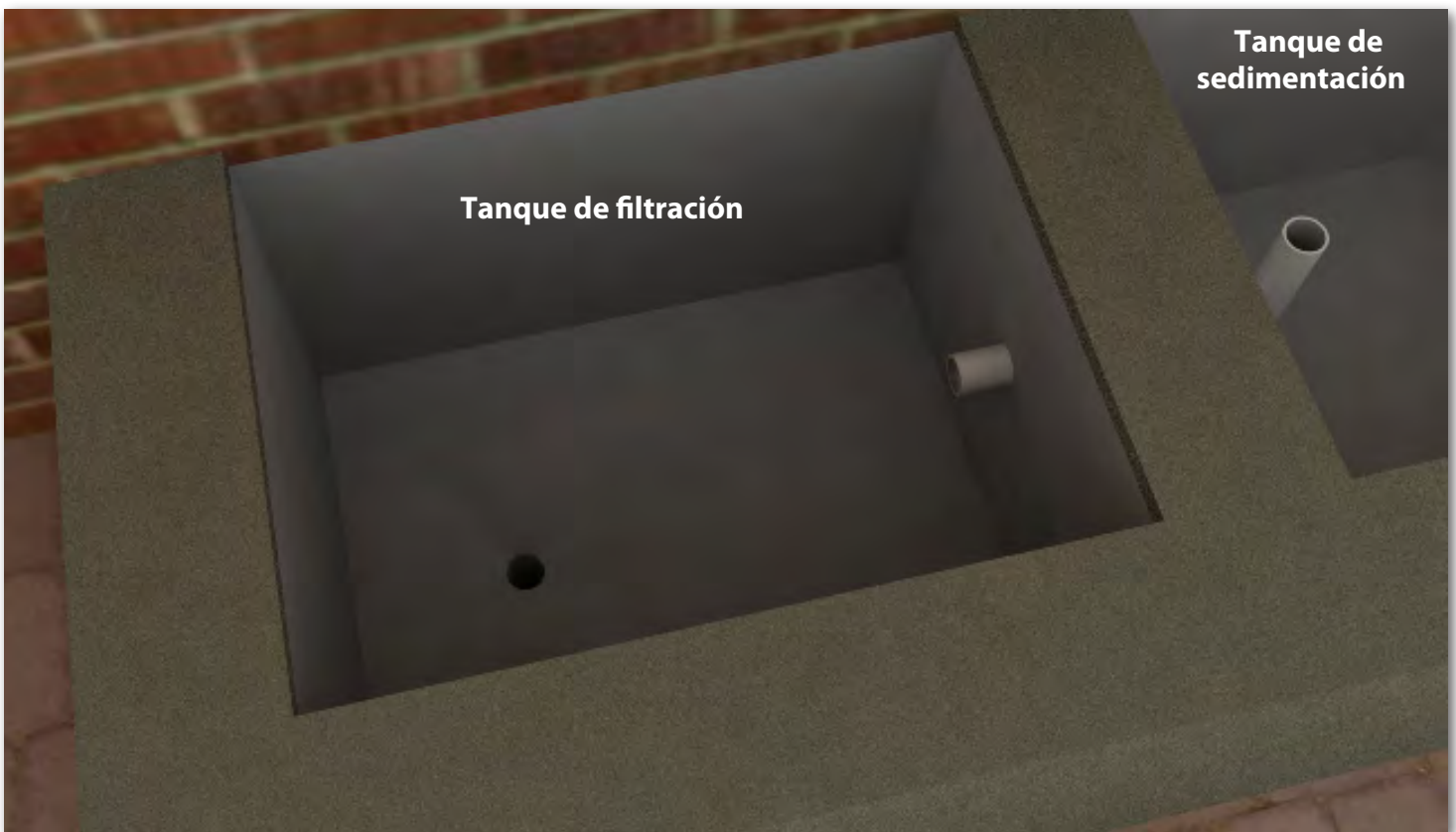
Tanque de Filtración.

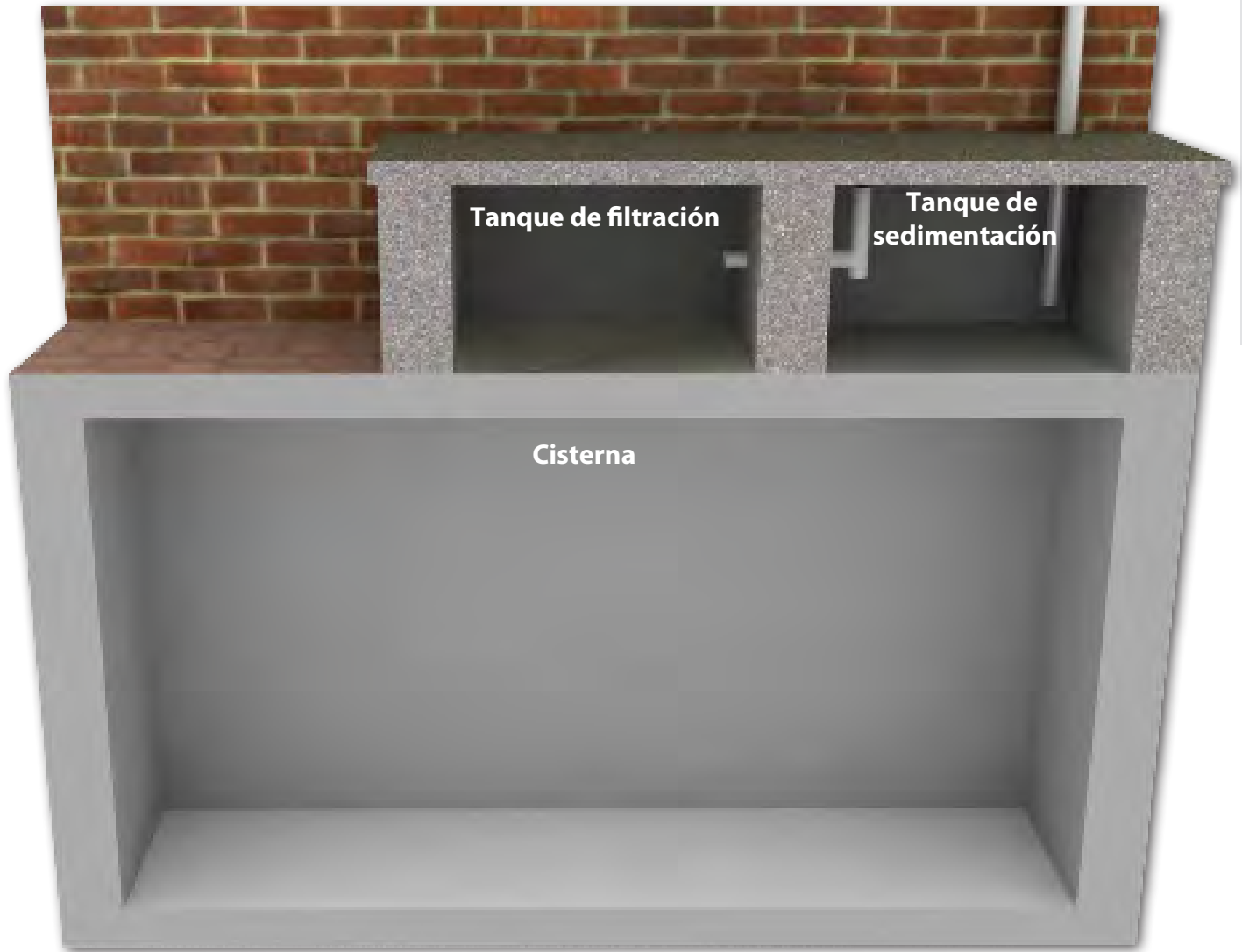
Esta cámara debe estar contigua a la primera, unida por un tubo. Este tanque está compuesto por cuatro elementos, el tubo de conexión, la cámara, la coladera (que es el nexo entre la cámara y la cisterna) y lo más importante; los elementos de filtración, que por lo general son grava y arena.

- 90** El tanque funciona de la siguiente manera: se filtra el agua a través de los diferentes granulados por gravedad, capturando cuerpos sólidos no sedimentados en la cámara anterior por ser más livianos que el agua (como hojarasca, plásticos, etc.) hasta llegar al fondo del tanque, donde tiene la salida hacia la cisterna. Para su óptimo resultado, se recomienda lavar o cambiar la grava y arena al menos una vez cada temporada de lluvia.

*Figura 4|08.
(Página opuesta)
Sección de esquema.
Recorrido de agua pluvial;
tuvo de descarga,
cámara de sedimentos,
tubo de conexión,
cámara de filtración
y cisterna.*

*Figura 4|07.
Tanque de filtración.*





Cisterna

La unidad de almacenamiento debe de cumplir con las siguientes especificaciones: ser impermeable, de no más de dos metros de altura, con tapa, con escotilla que permita el ingreso de una persona para realizar limpieza, con malla en la entrada y el rebose para evitar la entrada de insectos y animales y con drenaje o sistema de bombeo para vaciado en caso de reparación o mantenimiento.

La información requerida para el diseño de un sistema de captación de agua de lluvia es la siguiente:

- Datos de precipitación en la zona de por lo menos los últimos diez años
- Tipo de material de la zona de captación
- Número de personas beneficiadas
- Demanda de agua

Empíricamente, en la zona del centro del estado de Guerrero, se calcula en base al número de lluvias que quieras almacenar. Cada lluvia fuerte acumula: 'superficie de captación' [Figura 4|02]. x '3.5 centímetros de altura'. Esta simple multiplicación nos dará una unidad cúbica, que será el volumen aproximado de cada lluvia. Solo nos resta multiplicar esa cantidad por el número de lluvias que queremos almacenar.

El tratamiento del agua almacenada en la cisterna va a depender del uso que se le va a dar, cuando se destine al consumo humano debe filtrarse en arena y después desinfectarse con cloro.



Filtro de agua para uso potable



*Figura 4|09.
Vista de
filtro para
agua potable.*



*Figura 4|10.
Vista superior del filtro
para agua potable.*

Función

Para evitar el consumo de agua embotellada, y con ello evitar el transporte del líquido, se puede utilizar un filtro casero de agua potable. Aunque ya existen en el mercado, diferentes tipos de filtros prefabricados, este filtro potabilizador de agua, es de instalación simple y además de bajo costo.

Toda el agua que se utilice para consumo doméstico, ya sea captada de la lluvia, extraída de un pozo u obtenida de la toma municipal, debe ser potabilizada antes de consumirla. Para cualquiera de estas opciones, es necesario que el agua se filtre y se hierva. Este filtro funciona por gravedad y tiene una capacidad de 150 litros; en la parte superior tenemos un embudo y en la parte inferior tenemos la llave de salida de agua. Podemos habilitar sobre el embudo una llave conectada al sistema hidráulico de la casa, en caso de que el agua que ocupemos venga de la toma de agua; de lo contrario, se puede verter con cubeta.

Componentes



Figura 4|11.
Detalle de embudo.

Embudo [Figura 4|11]. Además de la función natural de todo embudo, éste cuenta con perforaciones laterales en la salida inferior para evitar que cuando agreguemos agua al tambo, remueva la arena. Es por eso que aún si adaptamos una salida del sistema de agua, debe conservarse o se debe añadir algún dispositivo similar.

Tambo [Figura 4|13]. Es el elemento principal de nuestro aparato. Dentro del tambo se introduce una capa de grava, una loneta, una capa de carbón vegetal y una de arena, dejando un espacio para el depósito del agua.

Cuando disminuya la velocidad de filtración, se limpia el sedimento y se quita parte de la arena; cuando esta llegue a la mitad del espesor recomendado, se repondrá con arena limpia y se quitará el carbón.

Llave de salida de agua [Figura 4|12]. La salida del agua filtrada está en la parte inferior del tambo. Solo se abre a la llave y por gravedad se va filtrando el agua. Puede que la salida de agua no sea mucha, pero debe de ser constante.

Figura 4|12.
Particular de llave de salida de agua.



...después de Filtración

El agua filtrada debe desinfectarse de la siguiente manera:

Se hierve 20 minutos como mínimo. Se recomienda taponar el recipiente para evitar que se consuma el agua por evaporación.

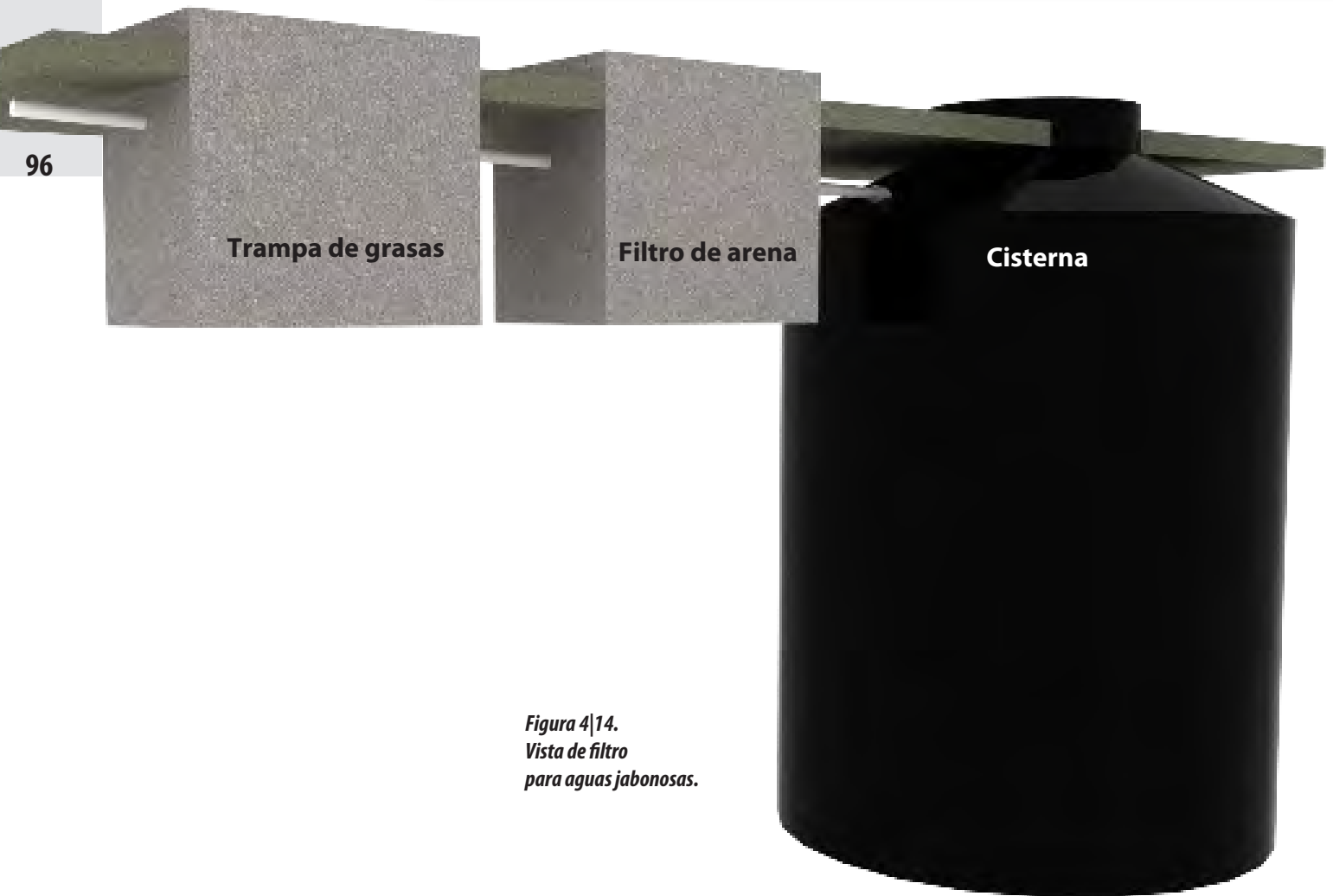
Después, debe vaciarse de un recipiente a otro en repetidas ocasiones, para "aerear" el agua, es decir, para que recupere el oxígeno que perdió en el hervido.

En caso de no ocuparse el agua de inmediato, y para evitar que se reproduzcan impurezas dentro del contenedor, facilitado por la alta temperatura, se debe guardar en el refrigerador o, si es una cantidad grande de agua, se puede enterrar la olla en arena húmeda.

Por último y al momento de servir el agua, los trastos deben lavarse con agua hervida.



Figura 4|13.
Corte de Tambo.



*Figura 4|14.
Vista de filtro
para aguas jabonosas.*

Los residuos de aguas cuando nos bañamos, lavamos los trastos, utilizamos la lavadora, etcétera, comúnmente se mezclan con aguas negras y la desechamos de nuestros hogares. Con el fin de aprovechar el agua al máximo podremos reutilizar estas aguas jabonosas.

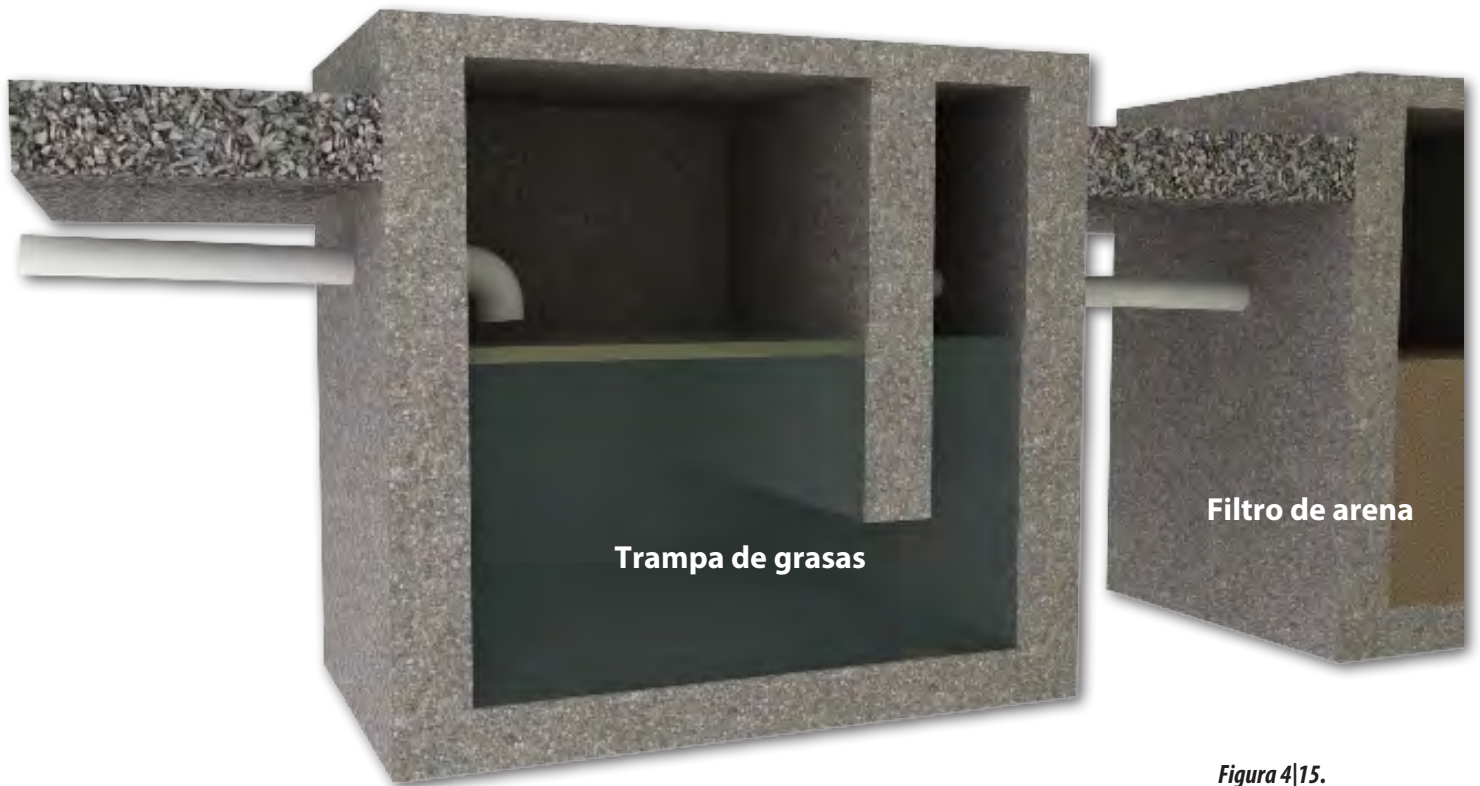
Lo primero que debemos hacer es identificar las aguas jabonosas y separarlas completamente de las aguas negras, ya que éstas deben ser tratadas de diferente manera. Las tuberías de agua jabonosa se deben canalizar a unas cámaras de filtrado, antes de almacenarlas en una cisterna separada de cualquier otro tipo de agua. Los principales usos que se les da a las aguas tratadas es para el riego de zonas verdes, aseo de patios, de autos, etc.

Trampa de Grasas

Es la primera cámara de filtrado. Está dividida en dos partes, la primera donde recibe el agua directamente de los muebles, y sirve como registro (puede tener mas de una entrada de agua); y la segunda, cuya única función es permitir que el nivel de agua alcance la altura para que se desaloje el líquido. [Figura 4|15]

El elemento que marca la diferencia es el murete que se localiza entre las dos; su función es no permitir el paso a los líquidos más livianos que el agua, es decir, las grasas.

Es muy importante que la tapa de esta trampa sea removible, ya que esporádicamente se debe vaciar.



*Figura 4|15.
Vista de filtro
para aguas jabonosas.*



Filtro de Arena

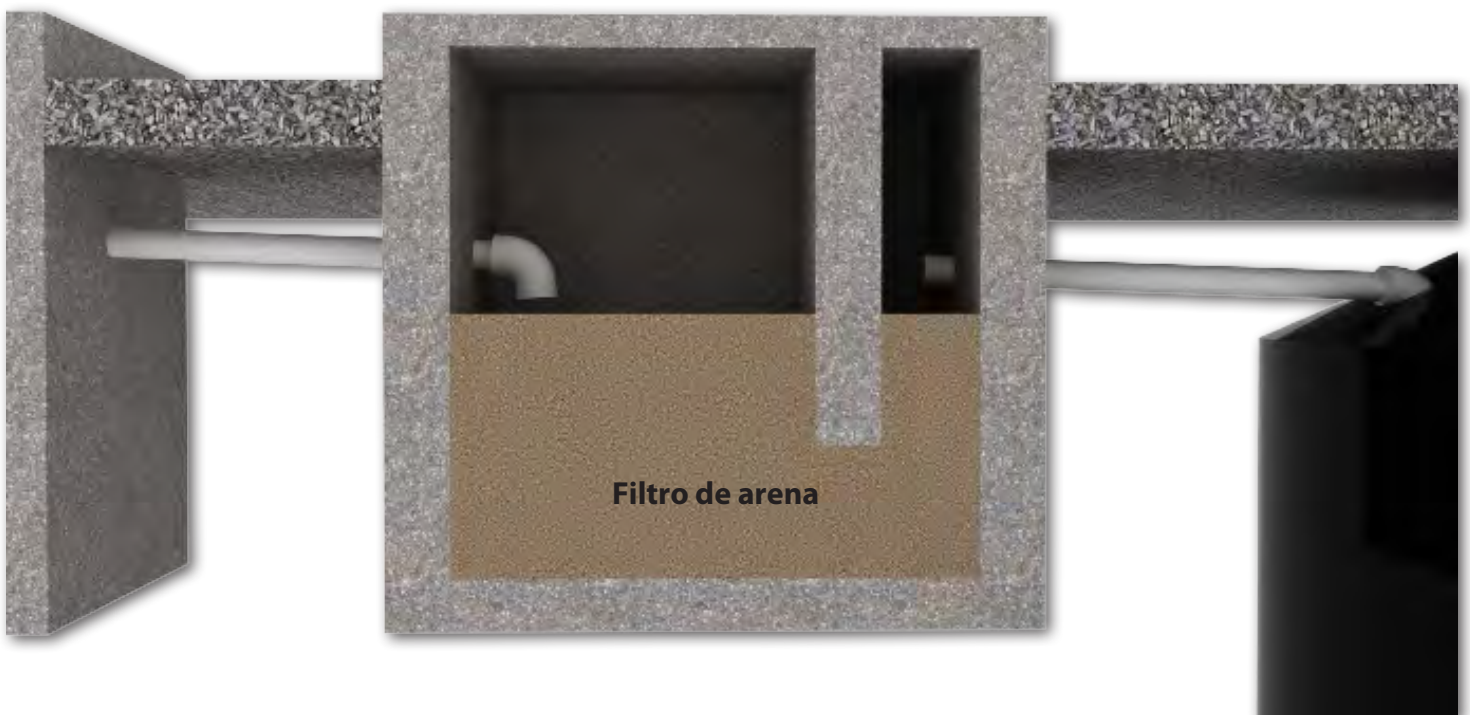
Está unido a la cámara anterior por un tubo de PVC. Es muy similar a la anterior; también es una cámara dividida por un murete, pero debe estar rellena de arena lavada para filtrar el agua, también deberá tener una malla situada alrededor de la salida de agua para evitar que salga la arena [Figura 4|16].

El filtro también debe tener una tapa removible, para quitar todos los residuos sólidos de la arena y se debe lavar o bien cambiar la misma.

Cisterna

Su única función será la de almacenar el agua. Debe tener un flotador para marcar su nivel máximo. Si este se activa, deberá clausurar todo ingreso al sistema, desviando el agua jabonosa al drenaje o a un pozo de absorción [Figura 4|17].

En esta imagen se muestra una cisterna tipo 'Roto-plás', sin embargo también puede ser de concreto. Dependiendo de la ubicación de la cisterna se analiza si es viable la instalación de una bomba para un uso más versátil.



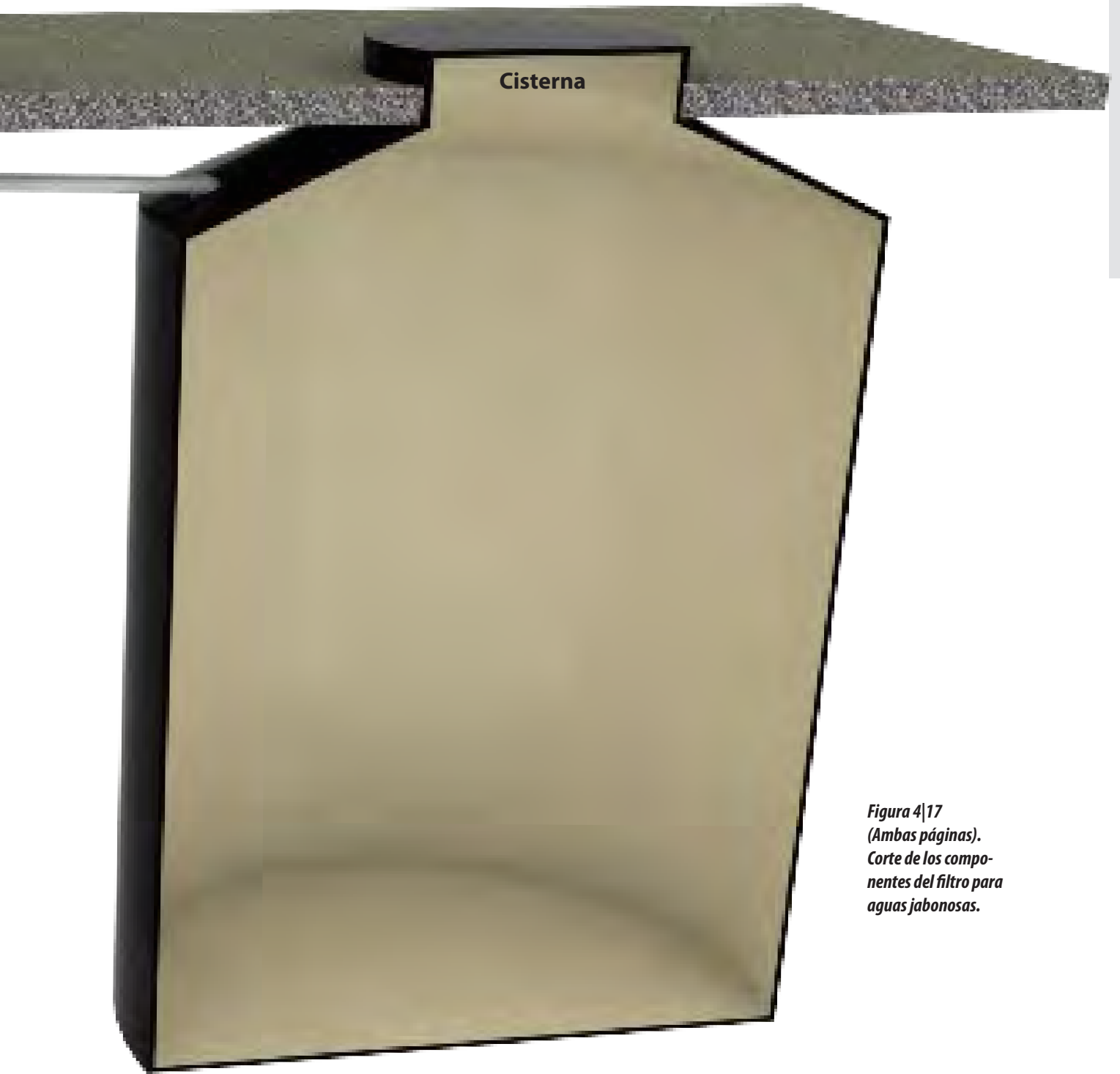


Figura 4|16
(Página opuesta, inferior).
Sección de filtro de arena.

Figura 4|17
(Ambas páginas).
Corte de los componentes del filtro para aguas jabonosas.

Por qué desperdiciar 4 o 6 litros de agua potable agregando ahí nuestros desechos? El Sanitario seco se ha ideado para tratar de forma independiente, los desechos humanos y la basura orgánica producida en los hogares, convirtiéndolos en un mejorador de suelos.

Es una alternativa más barata y ecológica. Es más económico porque se puede realizar con materiales de la zona y se puede construir por el usuario. Es un sistema 100% ecológico por que, además de ahorrar casi la mitad del agua que se ocupa en una casa y evitar contaminar los mantos freáticos con aguas negras, también podemos obtener un abono de alta calidad.

Funcionamiento

Gracias a este sanitario se elimina el fecalismo al aire libre y substituye a las letrinas, fosas sépticas y al alcantarillado de aguas negras. Es individual, de uso y funcionamiento independiente y puede construirse dentro de la casa.

Los desechos se depositan en una cámara que se divide en 2 partes; la más grande con piso inclinado, donde se introducen los desechos humanos y basura orgánica, éstos se deslizan a una cámara menor donde se acumulan y culminan el proceso de transformación en composta. La cámara tiene una entrada de aire, tres conductos interiores y un tubo extractor de aire, facilitando el proceso de descomposición y evitando malos olores.

1. Caseta.
2. Tubo extractor de Aire.
3. Extracción de Abono.
4. Cámara mayor.
5. Cámara menor.
6. Entrada de Aire.
7. Conductores interiores del Aire.

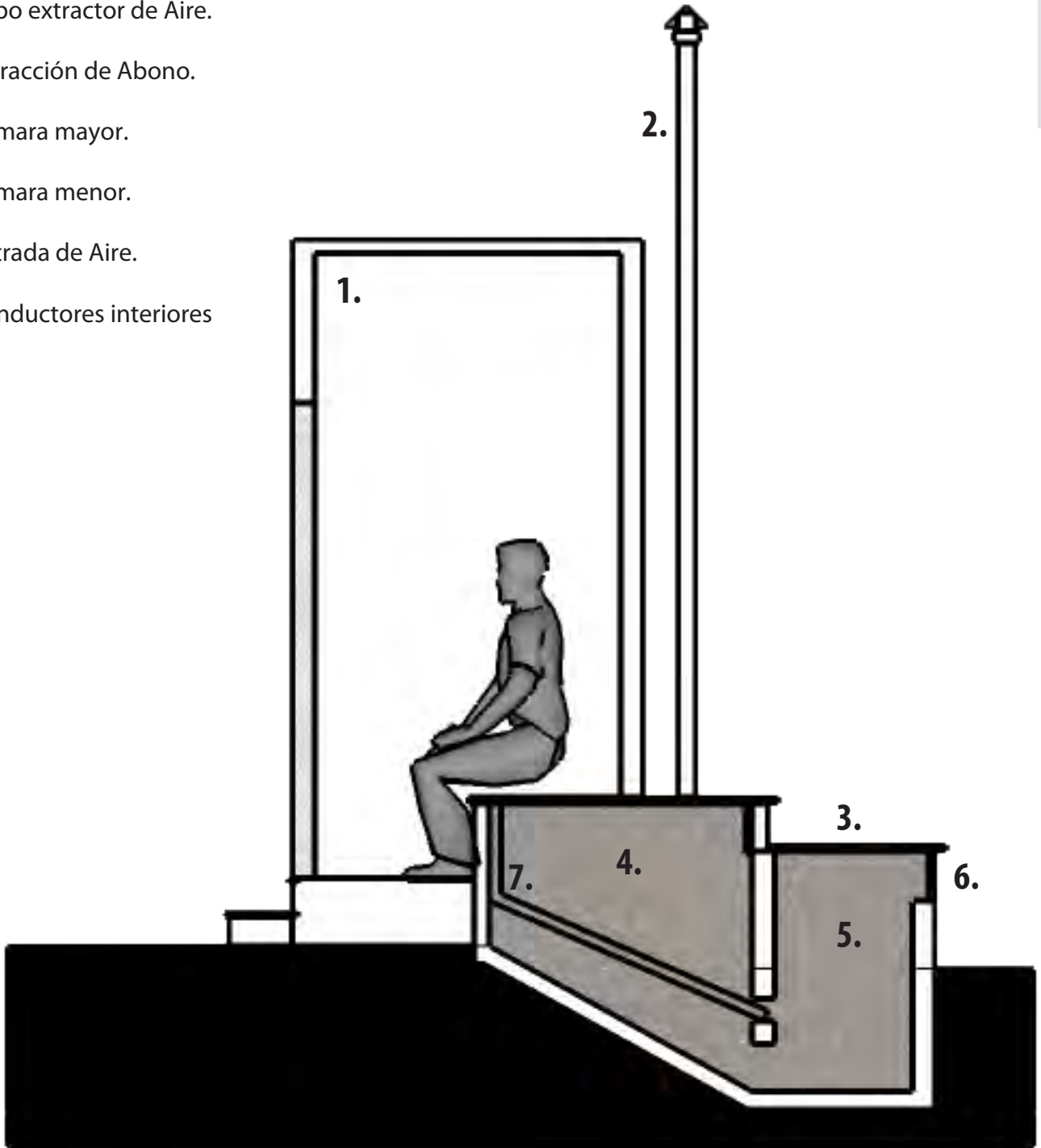
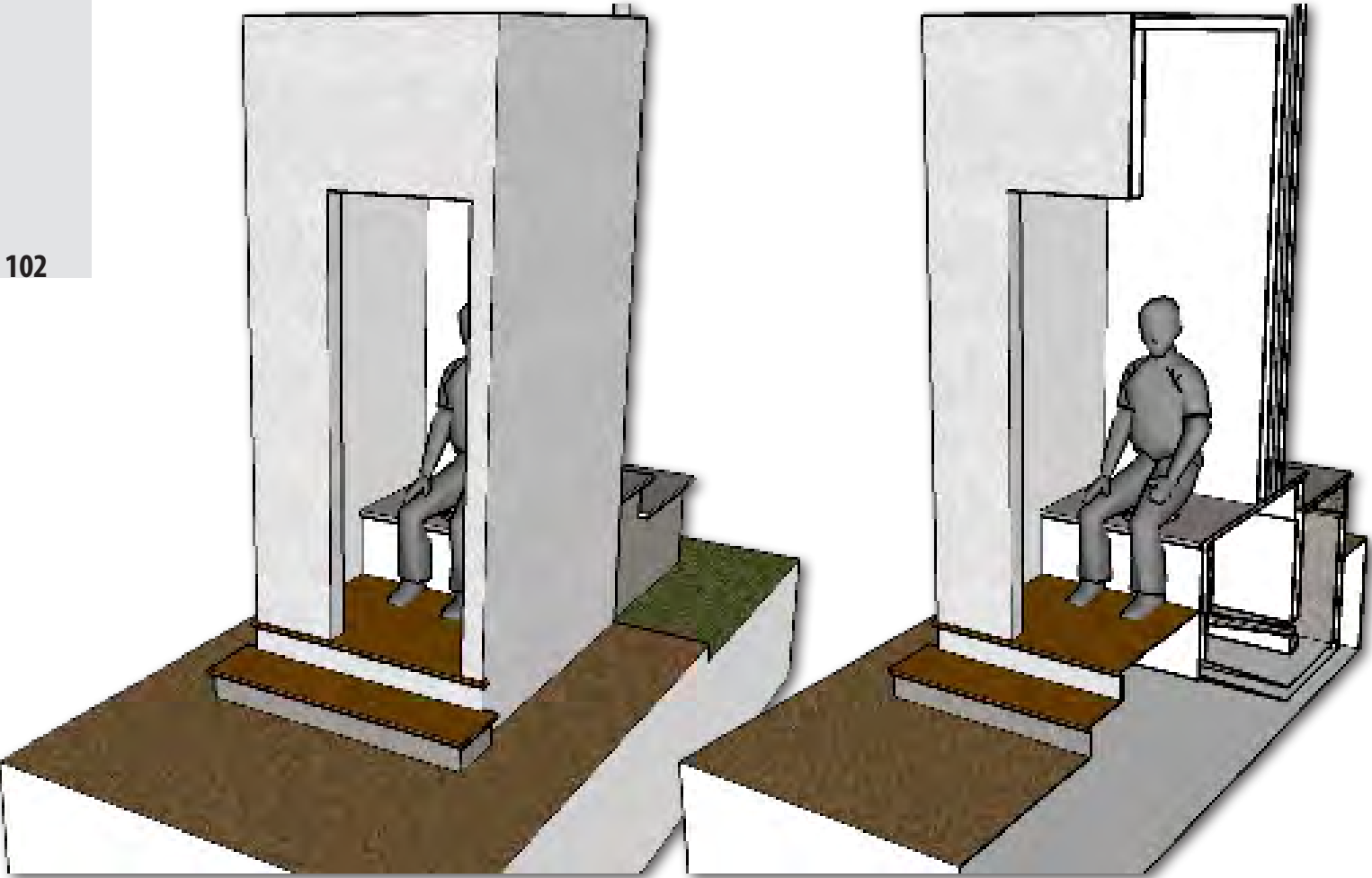


Figura 4|18
Sección sanitario seco.



*Figura 4|19.
Vista y sección del baño seco.*

Descripción y Ubicación

Este sanitario puede formar parte del resto del baño, sin embargo debe procurarse que no quede en contacto directo con la regadera para evitar que le penetre el agua que cae en ella. Si hay contacto con el piso de la regadera, éste debe impermeabilizarse bien.

Como no produce malos olores, el sanitario puede estar cerca de la cocina. Para facilitar la extracción del abono, la tapa de la cámara menor se deja fuera de la casa. Se recomienda ubicar este sanitario en la fachada sur de la casa, para asegurar un eficaz asoleamiento hacia el tubo ventilador y para evitar la temperatura interior de la cámara. Debe evitarse que la vivienda, alguna construcción o árboles le puedan obstaculizar el asoleamiento.

Antes de sellar las tapas, se debe introducir una capa de diez a veinte centímetros de hojas secas. Esta capa vegetal ayuda a absorber orinas hasta que la cantidad de los otros desperdicios orgánicos tenga un volumen suficiente para absorberlos. Ningún otro líquido debe ser introducido en el sanitario.

La entrada y salida de aire deberán estar provistas de una malla mosquitera para evitar el paso de insectos. Cuando no se este utilizando el excusado, la tapa deberá mantenerse cerrada.

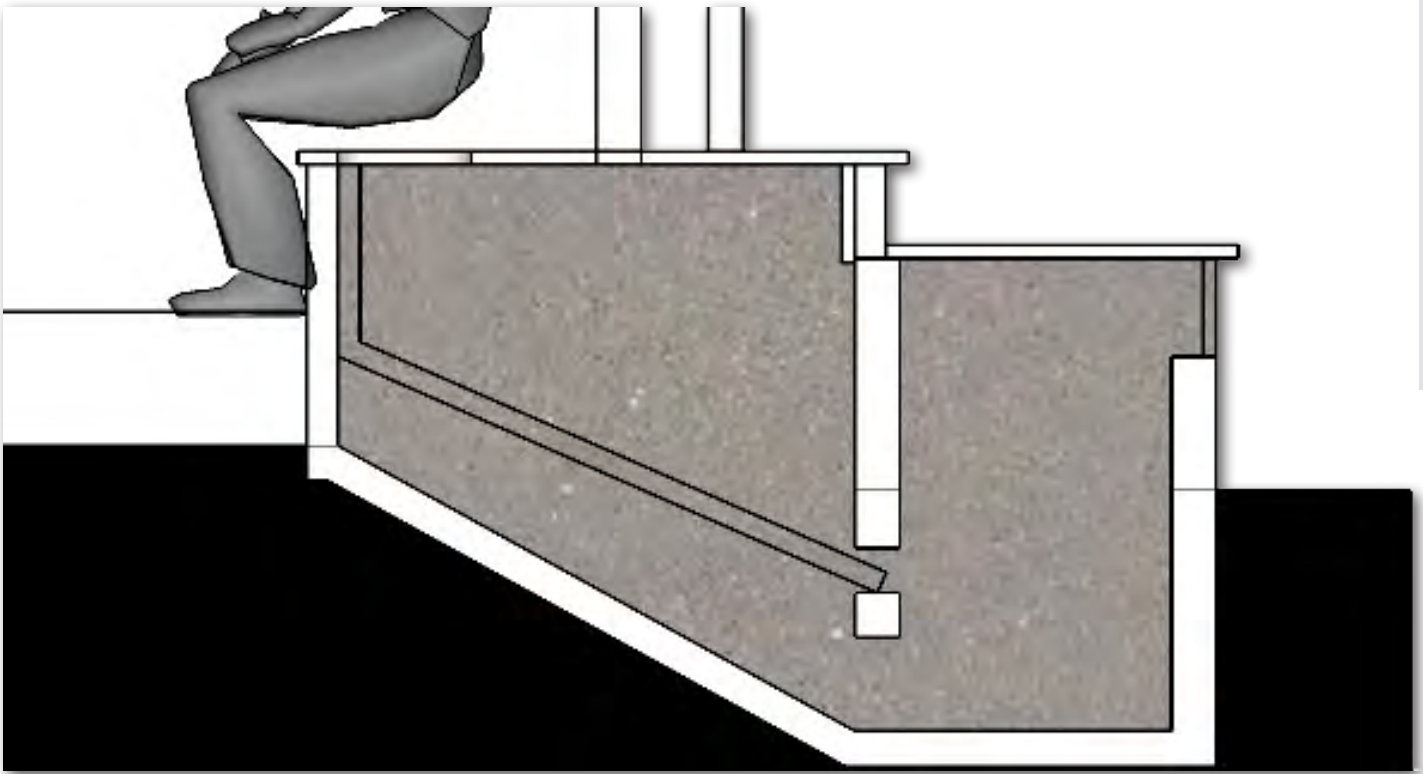


Figura 4|20.
Sección de cámara
menor y mayor.

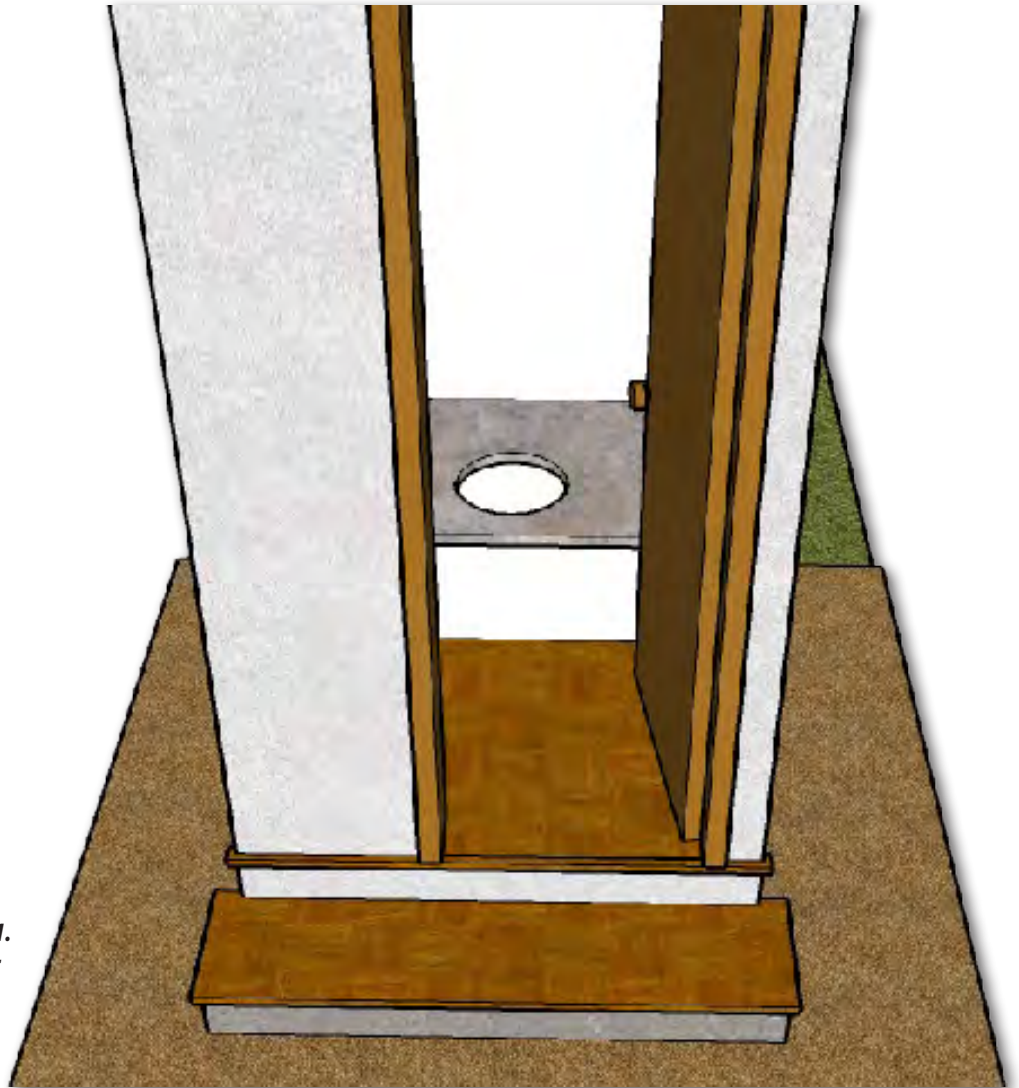
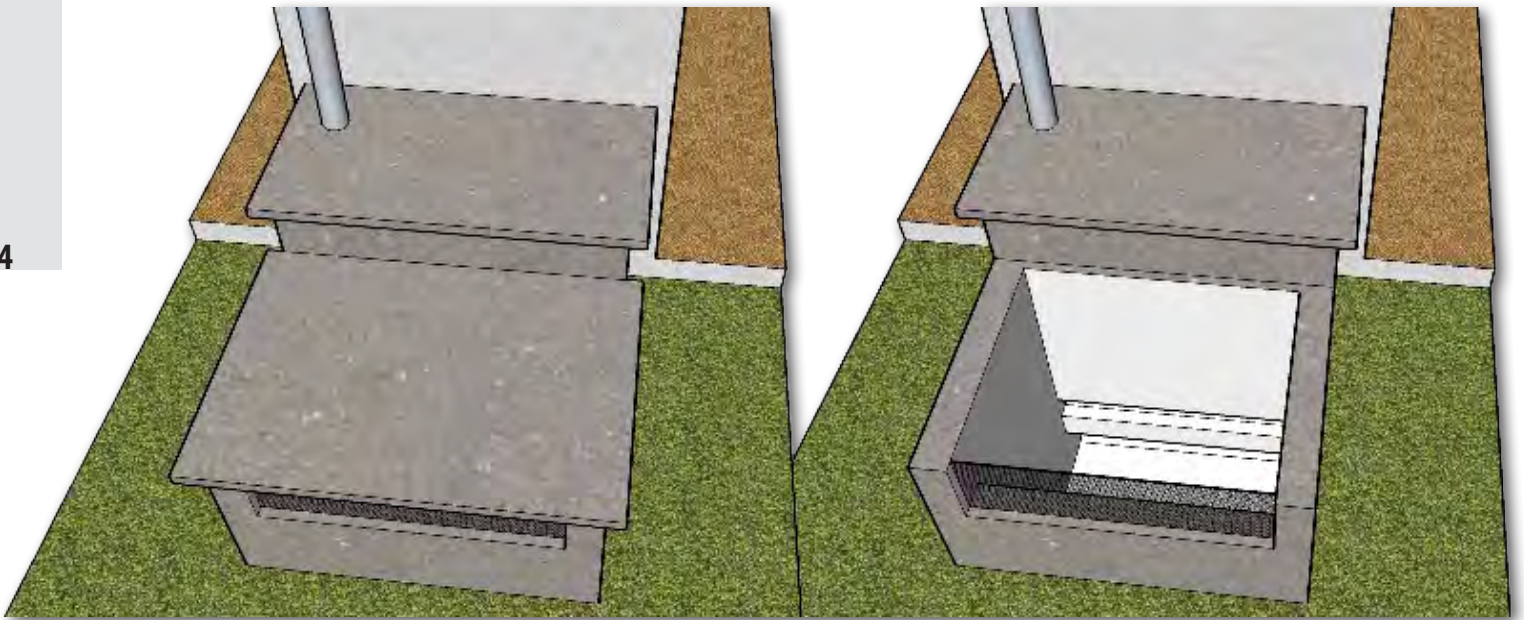
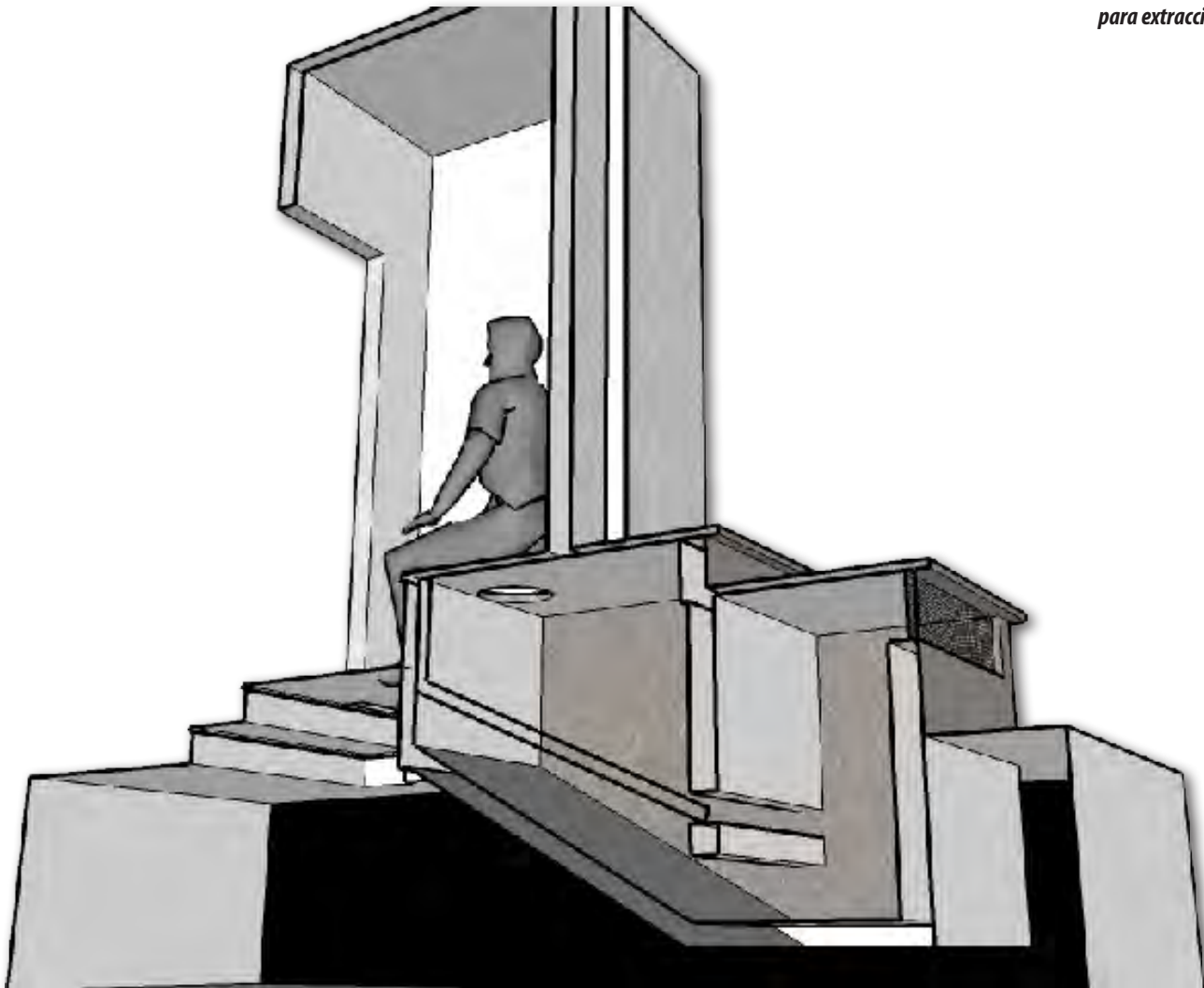


Figura 4|21.
Vista del interior
del baño seco.



*Figura 4|22.
Cámara menor con y sin tapa
para extracción de abono.*



*Figura 4|23.
Sección tri-
dimensional
del baño.*

Uso

Cuando el sanitario ha esta en operación por unos meses, la temperatura de la descomposición de los desechos en su interior es tan alta que mata los insectos que pudieran estar en la basura al arrojarse.

Dentro del sanitario pueden depositarse desechos humanos sólidos y líquidos, papel higiénico, toallas de papel, grasa, desperdicios de cocina, vegetales, cáscaras, huesos, etc. Toda materia orgánica.

No deben arrojarse latas de conservas, vidrio, plásticos, metales, pinturas, jabón, detergentes, remedios, pesticidas, cajas de cartón, papel que no esté cortado en pequeños pedazos y cualquier otro producto químico. Este aspecto es muy importante ya que algunos elementos químicos evitarán que la transformación orgánica se lleve a cabo, acumulándose únicamente los desperdicios sin transformarse en abono.

La cantidad de basura que debe arrojarse, en capas alternadas será aproximadamente de 5 veces en relación con la cantidad de materia fecal. Después de defecar debe arrojarse un puñado de aserrín o ceniza para carbonizar los excrementos. El abono debe extraerse cada año aproximadamente.

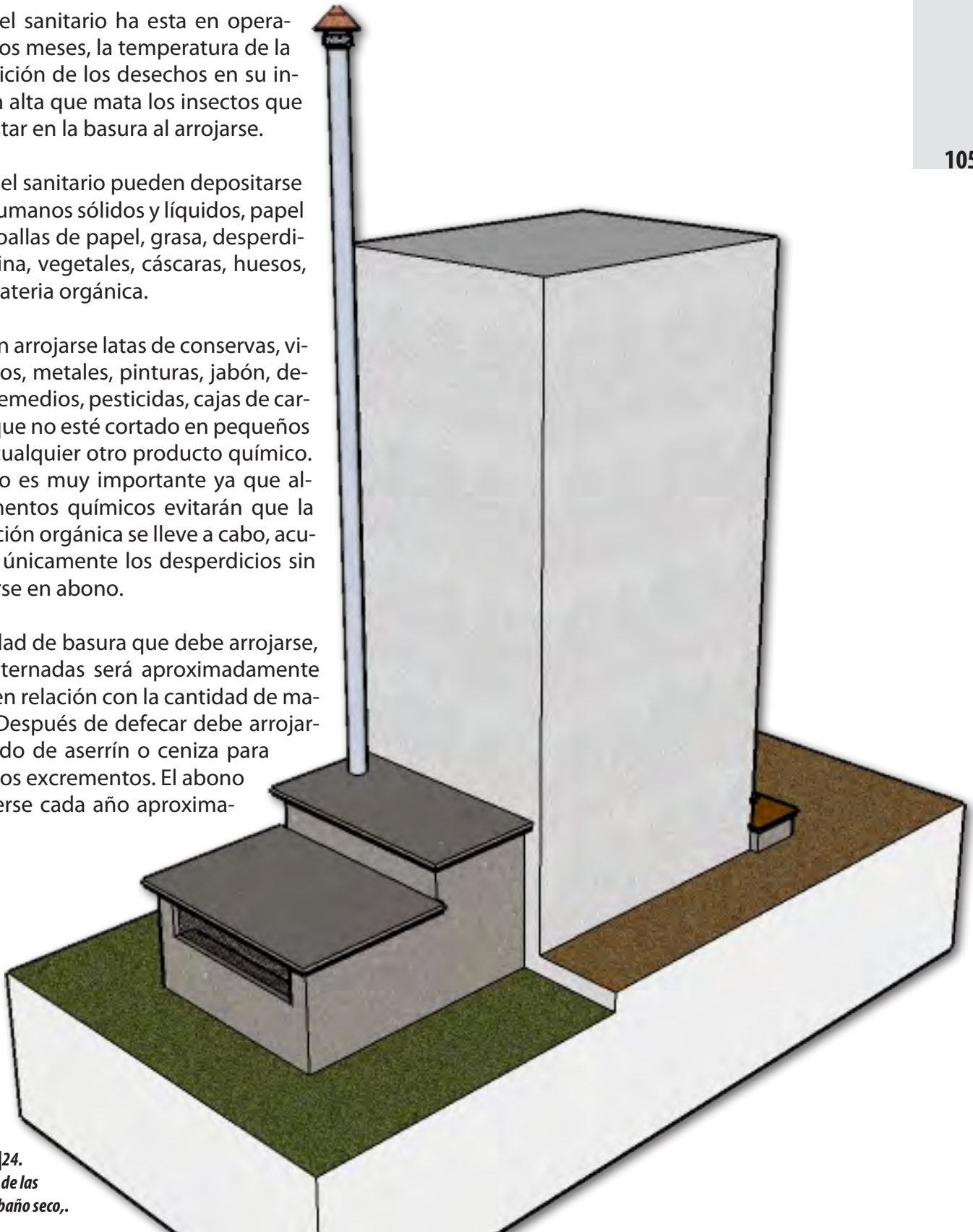


Figura 4|24.
Vista exterior de las
cámaras del baño seco.

e. Colector solar para agua caliente sanitaria (ACS)

106



El uso de agua caliente en nuestros hogares, se ha vuelto muy convencional. No solo en la regadera y lavabos, sino también para otros muebles que con el avance de la tecnología, requieren el uso de agua caliente, como lo son algunas lavadoras, spas caseros, centros de planchado, lavaplatos, etc.

Como el consumo del agua caliente va en aumento, el uso de calentadores de agua que funcionan con gas, resulta cada vez más caro, además de consumir grandes cantidades de energía proveniente de combustibles fósiles no renovables. Es por eso que es necesario sustituir el uso de gas por otra fuente de energía que es gratuita, limpia e inagotable; la solar.

*Figura 4|25.
Calentador de agua
con energía solar, en
tejado tradicional.*

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Direct Plug

SunPlus

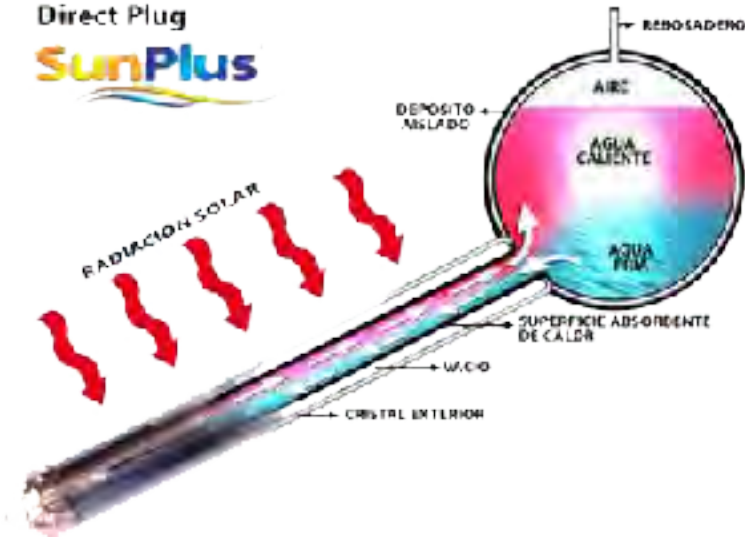


Figura 4|26.
Esquema de funcionamiento de colector "SunPlus".

"SunPlus"

'SunPlus' es uno de los varios modelos de la compañía chilena 'EnergyGroup', empresa dedicada a comercializar este tipo de tecnologías. El SunPlus es un equipo que ocupa la energía solar para calentar agua, capta la radiación solar transformándola en calor a través de su colector de "tubos al vacío", para luego elevar la temperatura del agua almacenada en el estanque de depósito.

107

El principio de funcionamiento básico es muy simple, se le agrega agua al equipo, a través de la red hidráulica del edificio. Del depósito principal, el agua desciende a los tubos de cobre, que están pintados de negro para una mayor absorción de calor.

Estos tubos a su vez están rodeados de otros de tubos al vacío de vidrio boro-silicato, que tienen dos funciones, conservar el calor hacia su interior, sin evitar la constante radiación solar y protege de todos los factores climáticos, como el aire o las precipitaciones (soporta hasta 35mm de granizo).

Cuando el agua dentro de los tubos de cobre se calienta, por principio básico de física tiende a subir con respecto a la fría, transportándose hacia el depósito principal, donde el agua fría tiende a ir hacia los tubos de cobre.

Figura 4|27.
Colector solar para agua caliente "SunPlus".





Una vez que se ha completado el ciclo y toda el agua está caliente, se activa un dispositivo que envía el agua hacia un termo-tanque de almacenamiento para que el agua permanezca caliente por días enteros, lo que hace que se pueda disponer de agua caliente a cualquier hora del día.

Para mayor versatilidad del equipo, el termo-tanque puede estar separado del colector, pudiéndolo colocar en cualquier lugar de la casa; así, el colector puede ser colocado por ejemplo en una losa inclinada en dirección sur, y el tanque en el patio trasero de la casa.

Es muy difícil que este sistema pierda efectividad, sobretodo en un lugar como la zona centro del estado de Guerrero. Sin embargo, siempre es recomendable instalar un calentador tradicional de gas como apoyo para días nublados

Figura 4|28.
Termo tanque de
almacenamiento de
agua caliente.

El precio de un equipo como el SunPlus, oscila entre los \$10,000 y \$11,000. El costo del sistema de calefacción solar es elevado, en comparación con un calentador de gas; sin embargo, es una única inversión, y se ahorrará considerablemente en el consumo de gas, en unos años se recupera la inversión inicial. Además estaremos utilizando una fuente de energía renovable y limpia.

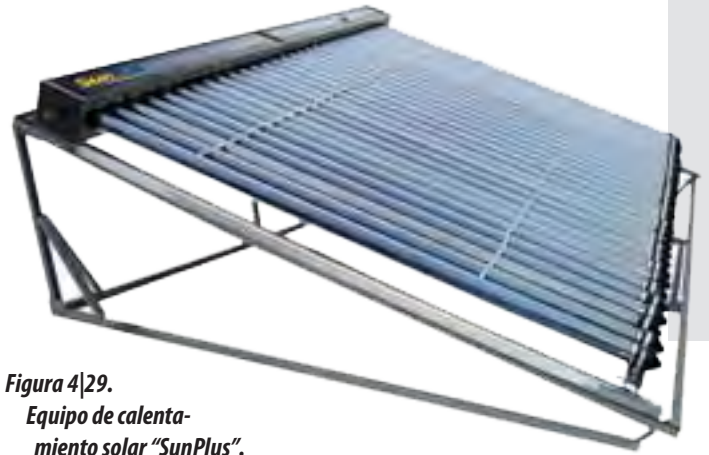


Figura 4|29.
Equipo de calentamiento solar "SunPlus".

109



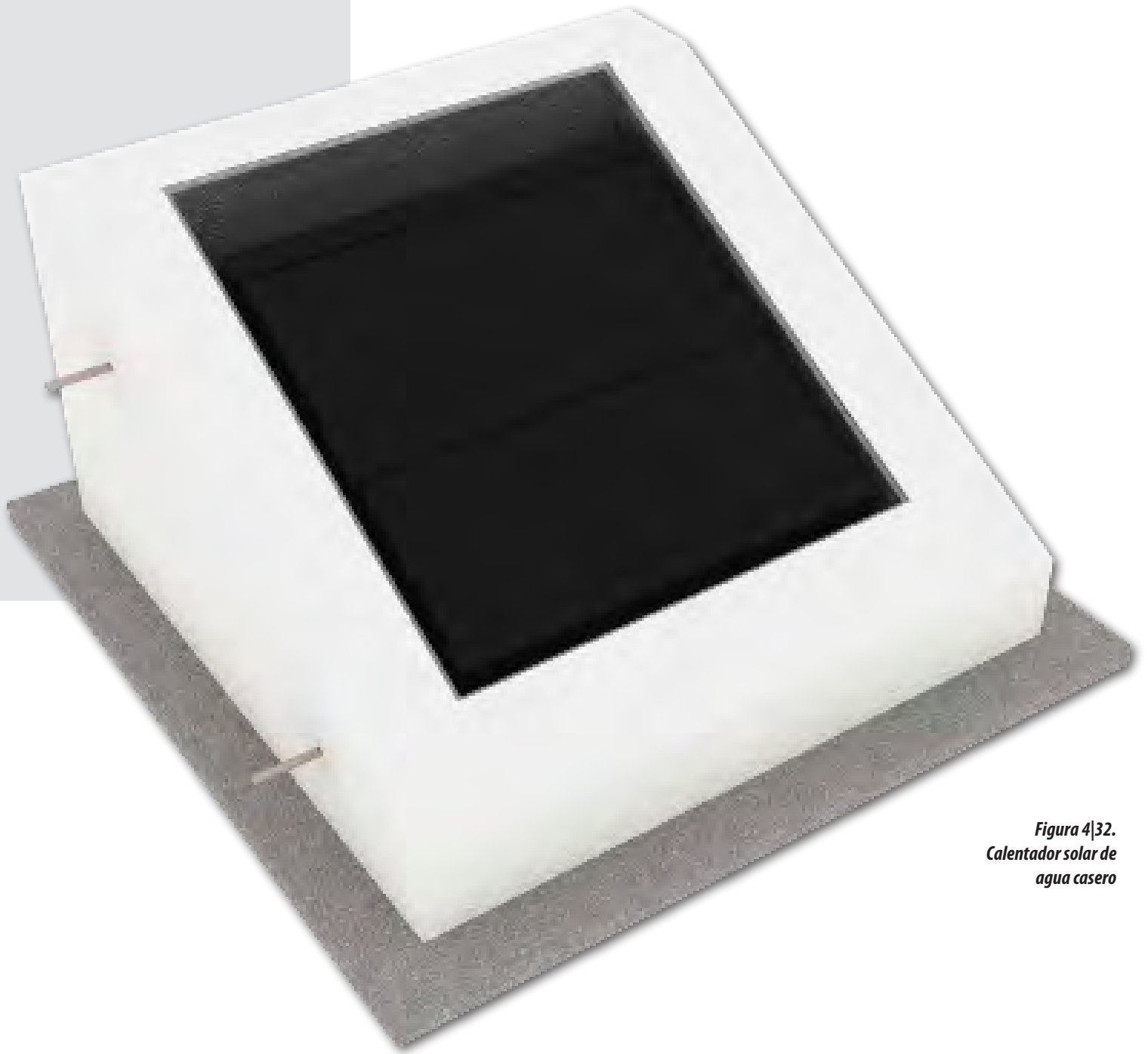
Figura 4|30.
Equipo de calentamiento solar "SunPlus".



Figura 4|31.
Equipo de calentamiento solar "SunPlus".



Calentador solar de agua. Casero



*Figura 4|32.
Calentador solar de
agua casero*

Es evidente que un gasto de \$10,000 en la compra de un colector solar para ACS, no está al alcance de todos. Por ello, también se presentará la manera de hacer un calentador similar mucho más económico, que es menos eficiente; pero que no obstante, ayudará a reducir el consumo de gas. Este calentador casero debe instalarse forzosamente en paralelo con un calentador de gas, que funcionará en días nublados o por las mañanas. A continuación la manera de cómo hacer funcionar un equipo casero para ACS.

Antes de describir el proceso constructivo de este equipo, hagamos un poco de matemáticas para determinar la viabilidad de su instalación. Una ducha consume en promedio una cantidad de 20 litros de agua, sin embargo, el agua caliente que se ocupa, no rebasa los 10 litros.

Un equipo como estos calienta 100 litros de agua, si se ocupa en la tarde o noche de un día soleado, alcanzaría para duchar a dos familias.

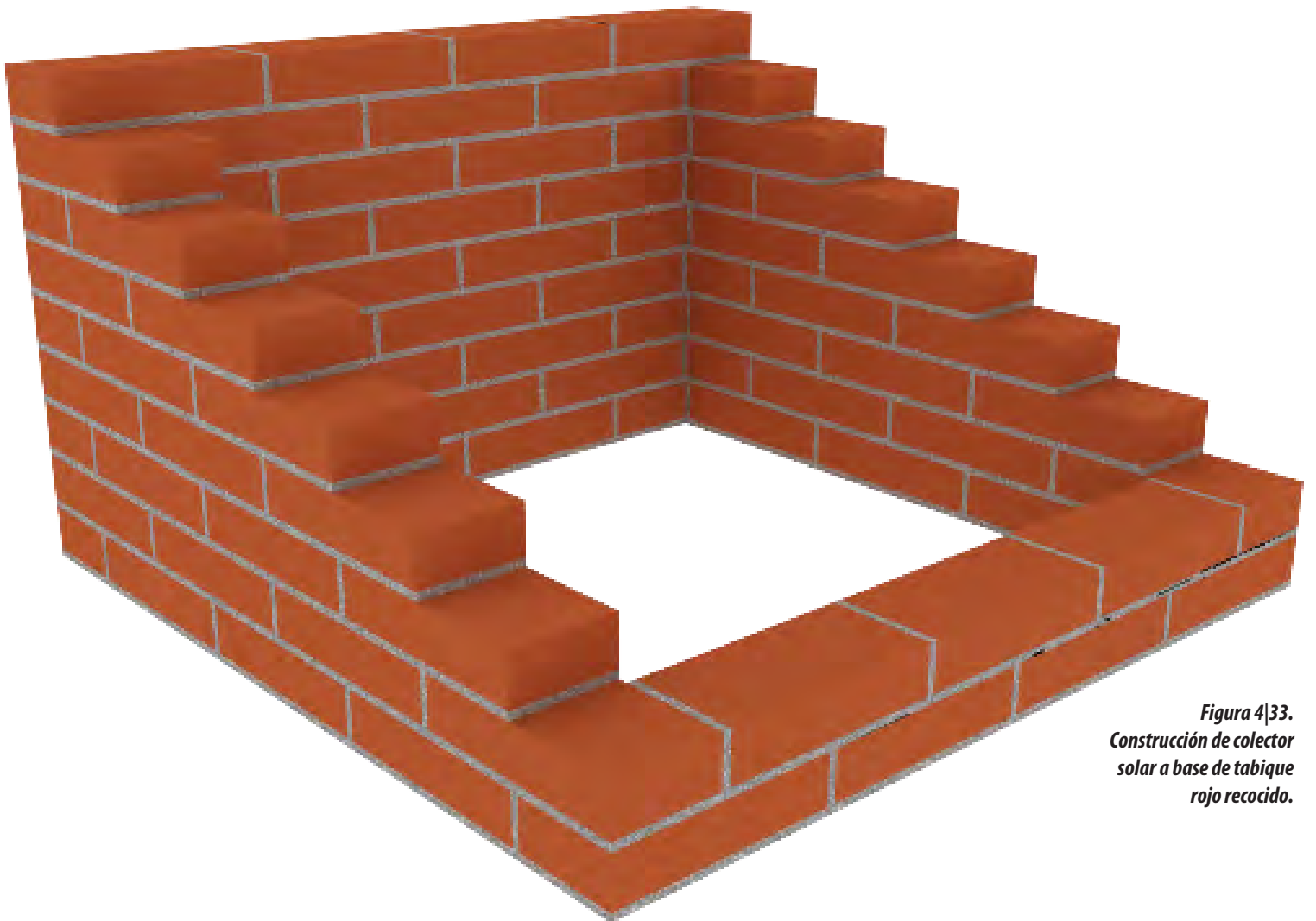
La temperatura a la que eleva el agua en verano va desde los 65°C, y hasta el punto de ebullición, mientras que en invierno es de 45°. Sin embargo, este calentador no tiene un tanque térmico, lo cual nos brinda dos opciones para su instalación:

- Puede instalarse un sensor de temperatura en la salida de agua de este equipo, cuando la temperatura no sea la ideal, entrará en funcionamiento el calentador de gas.
- Puede tener su salida independiente en la ducha, es decir, una tercera llave; la fría (proveniente directamente del tinaco), la caliente del calentador de gas y la caliente proveniente del calentador solar. Si llegara a agotarse la solar, o en condiciones climáticas adversas, habilitas el agua del calentador de gas. Es básicamente el mismo principio que la opción anterior, sólo que se hace manualmente, pero se ahorra el gasto del sensor.

Proceso constructivo

Primero se construye la base del colector de aproximadamente un metro por un metro a ejes con tabique rojo recocido. Si el calentador se va a ubicar en una superficie plana, ya sea en azotea o en patio, se hace una base con una inclinación entre los 25° y 30°, con traslape de tabiques (fig.3|27). De ubicarse en una losa inclinada, solo se debe de tirar de tres a cuatro hiladas de tabique para instalar en su interior el tanque.

Después se aplanar la base teniendo en cuenta que deben dejarse dos orificios para la entrada y salida de agua. Otro punto que se debe considerar al aplanar, es que este sistema será tapado con un cristal, por lo que debe dejarse una ranura para recibir el vidrio en toda la parte superior.



*Figura 4|33.
Construcción de colector
solar a base de tabique
rojo recocido.*

Después se aplanan la base teniendo en cuenta que deben dejarse dos orificios para la entrada y salida de agua. Otro punto que se debe considerar al aplanar, es que este sistema será tapado con un cristal, por lo que debe dejarse una ranura para recibir el vidrio en toda la parte superior.

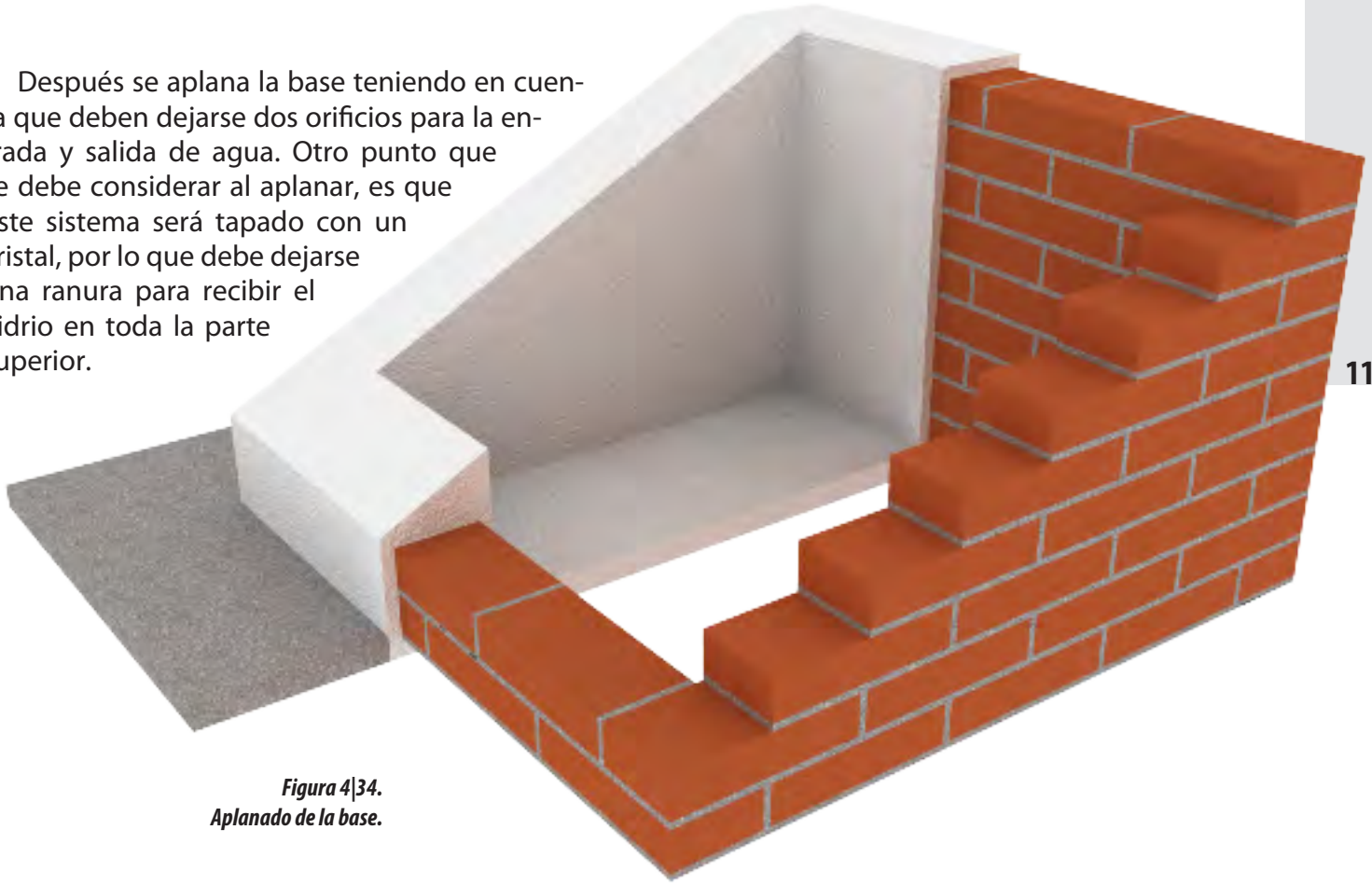


Figura 4|34.
Aplanado de la base.

El tanque es la parte más importante del equipo, se recomienda que tenga las siguientes especificaciones: debe ser de una capacidad de 100 litros. Debe ser de metal y tiene que estar pintado de color negro mate, para su mejor absorción de calor. Tiene que estar herméticamente cerrado con dos únicos orificios;

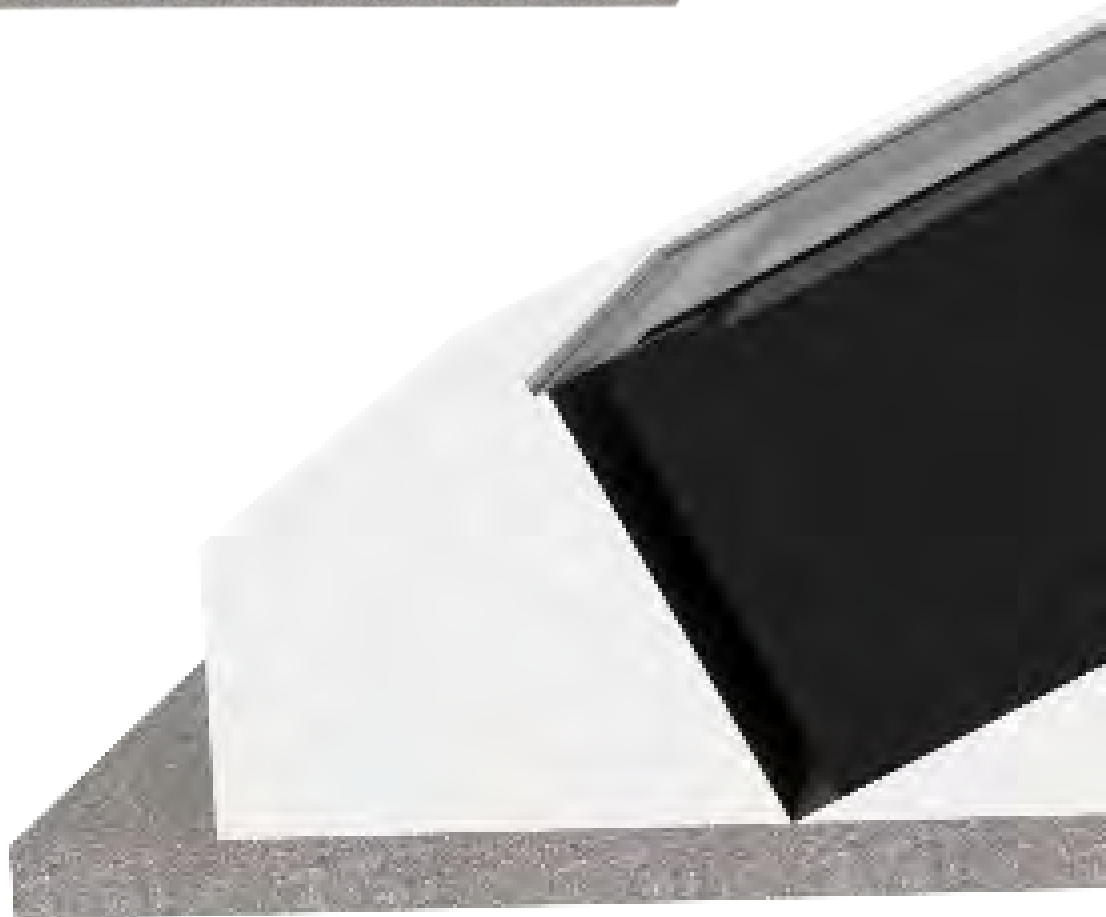
la entrada y salida de agua, que se ubicarán en sus extremos, utilizando tubos de cobre de trece milímetros de diámetro. Las medidas pueden variar un poco, pueden ir desde 65 a 75 centímetros tanto en largo como ancho, mientras que la altura será de 20 a 25 centímetros.

Figura 4|35.
Tanque para calentar agua.





*Figura 4|36.
Vista al interior de colector.*

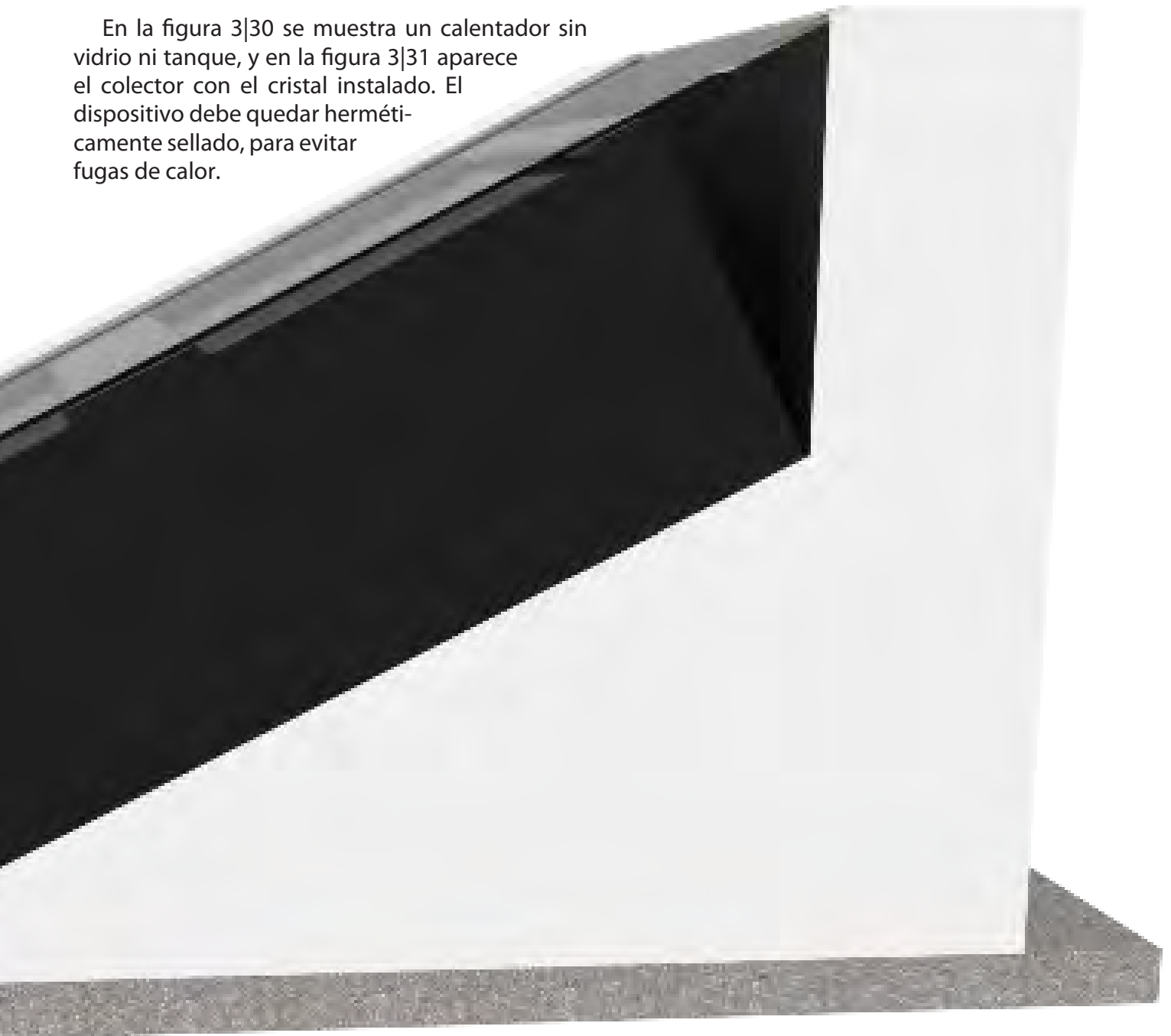


*Figura 4|37.
Sección de colector solar.
Se observa el vidrio, el
tanque y la base.*

Se le da una inclinación del fondo similar a la superior. Se debe realizar con material aislante. El exterior de la base puede ser pintada de cualquier color, pero en su interior es imperativo aplicar pintura color negro mate.

Una vez instalado el tanque dentro de la base se cubre con cristal transparente, resistente de seis o nueve milímetros de espesor. La función de este cristal es dejar pasar la luz solar para calentar el agua y evitar que salga el calor, se provoca un efecto invernadero dentro de la cámara.

En la figura 3|30 se muestra un calentador sin vidrio ni tanque, y en la figura 3|31 aparece el colector con el cristal instalado. El dispositivo debe quedar herméticamente sellado, para evitar fugas de calor.



g. Paneles fotovoltaicos

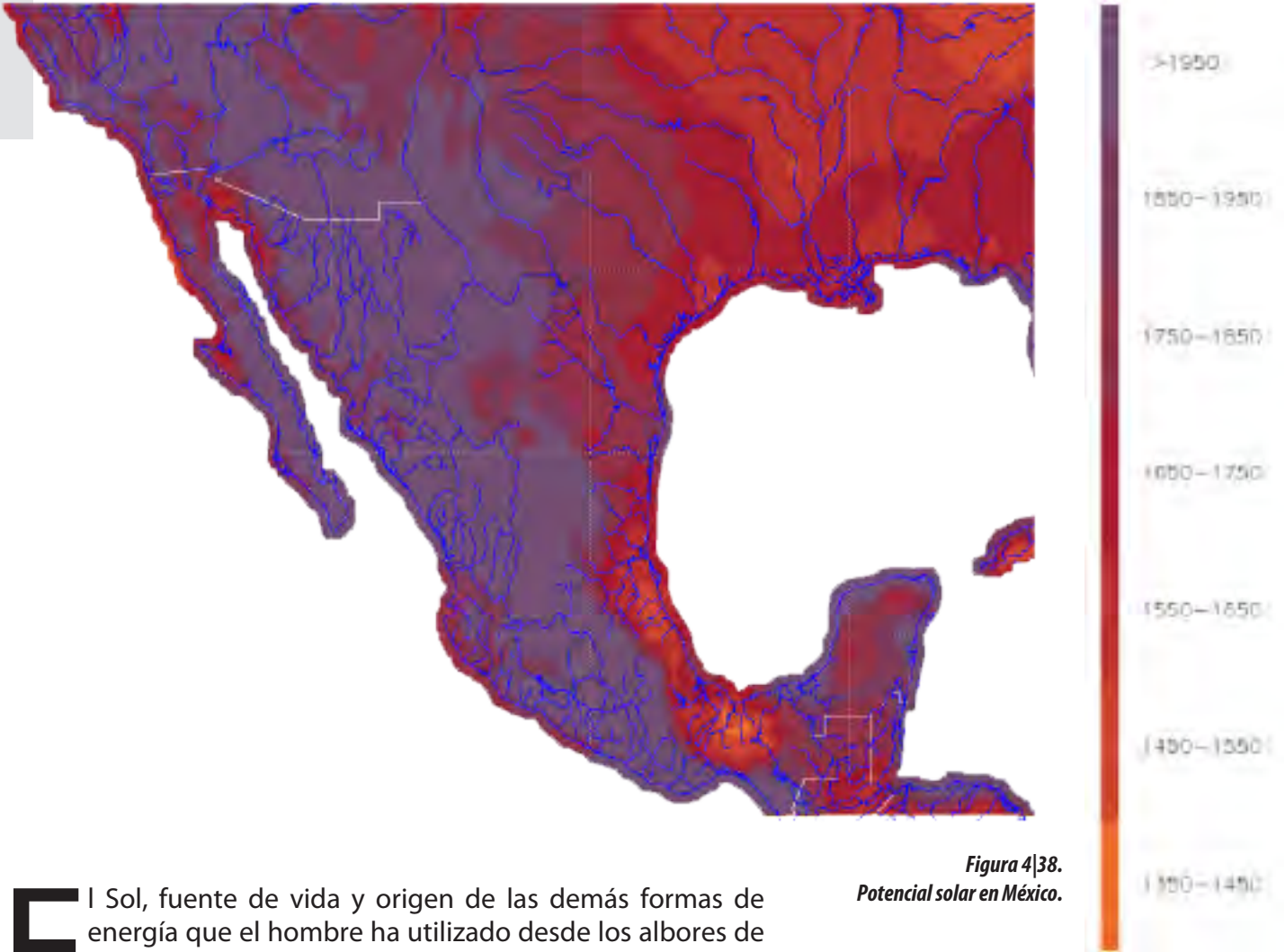


Figura 4|38.
Potencial solar en México.

El Sol, fuente de vida y origen de las demás formas de energía que el hombre ha utilizado desde los albores de la Historia, puede satisfacer todas nuestras necesidades, si aprendemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta.

Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia. Durante el presente año, el Sol arrojará sobre la Tierra cuatro mil veces más energía que la que vamos a consumir.

Esta energía puede aprovecharse directamente, o bien ser convertida en otras formas útiles como, por ejemplo, en electricidad.

La energía solar, garantizada los próximos 6000 millones de años.



Figura 4|39.
**Conjunto residencial con paneles
fotovoltaicos en Japón.**

Con la energía solar, básicamente, recogiendo de forma adecuada la radiación, podemos obtener calor y electricidad. El calor se logra mediante los captadores o colectores térmicos, y la electricidad, a través de los llamados módulos fotovoltaicos. Ambos procesos nada tienen que ver entre sí, ni en cuanto a su tecnología ni en su aplicación.

Las 'células solares', dispuestas en paneles solares, ya producían electricidad en los primeros satélites espaciales. Actualmente se perfilan como la solución definitiva al problema de la electrificación rural, con clara ventaja sobre otras alternativas, pues, al carecer los paneles de partes móviles, resultan totalmente inalterables al paso del tiempo, no contaminan ni producen ningún ruido en absoluto, no consumen combustible y no necesitan mantenimiento.

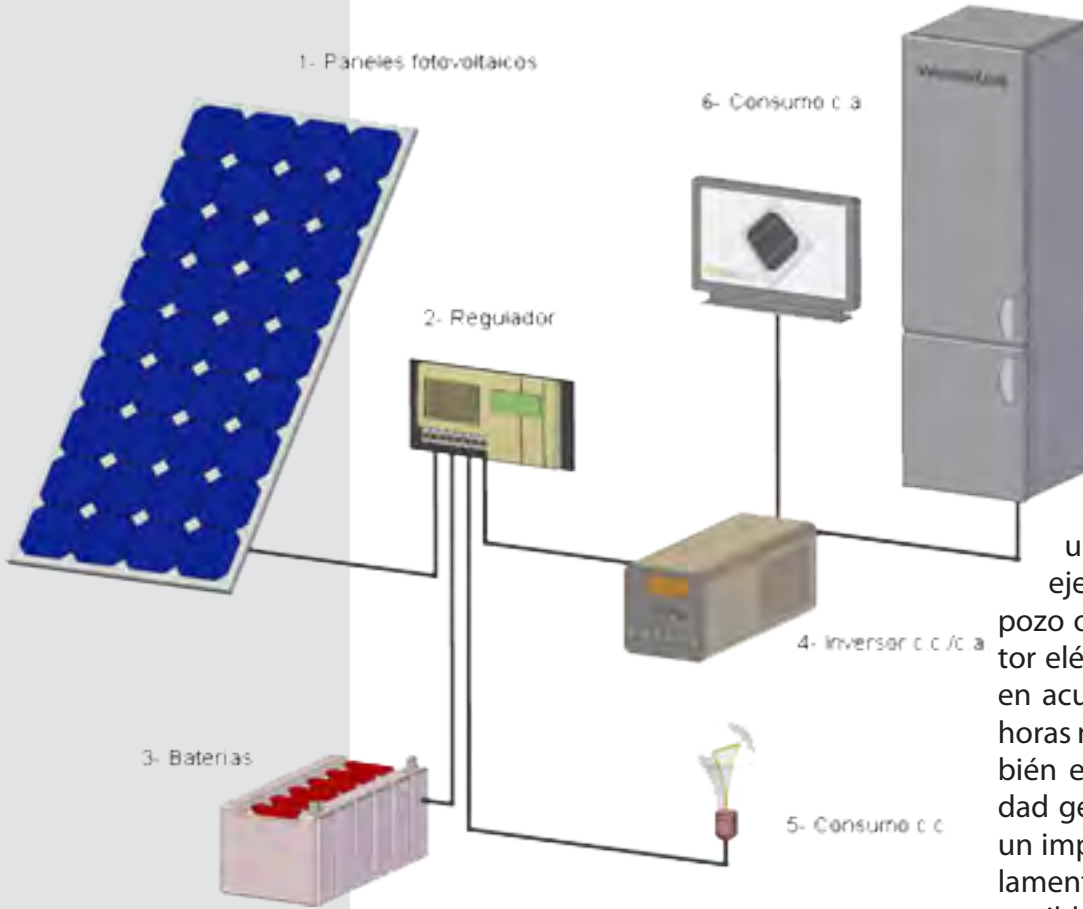
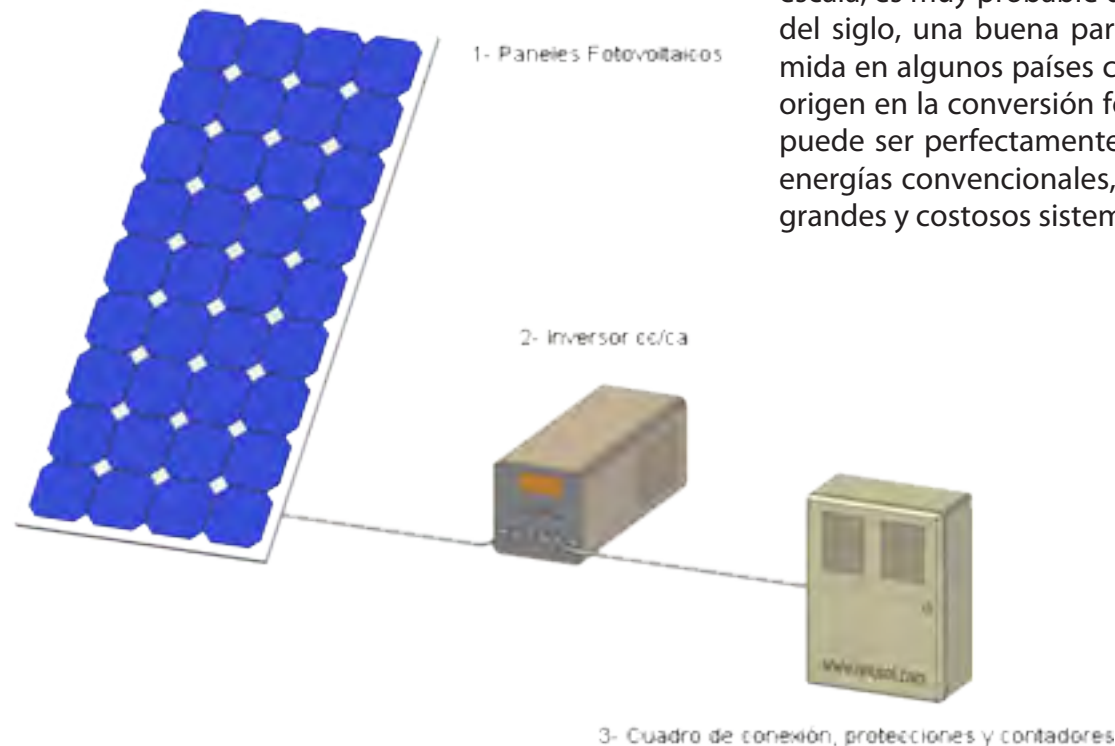


Figura 4|40.
Esquema instalación
fotovoltaica aislada.

Figura 4|41.
Esquema instalación
fotovoltaica conectada a la red.



Además, y aunque con menos rendimiento, funcionan también en días nublados, puesto que captan la luz que se filtra a través de las nubes. La electricidad que así se obtiene puede usarse de manera directa (por ejemplo para sacar agua de un pozo o para regar, mediante un motor eléctrico), o bien ser almacenada en acumuladores para usarse en las horas nocturnas. En otros países también es posible inyectar la electricidad generada en la red, obteniendo un importante beneficio económico, lamentablemente, esto aún no es posible en México, aquí la energía eléctrica producida a través de paneles fotovoltaicos, solo se utiliza para autoconsumo.

Si se consigue que el precio de las células solares siga disminuyendo, iniciándose su fabricación a gran escala, es muy probable que, para la segunda década del siglo, una buena parte de la electricidad consumida en algunos países con potencial solar, tenga su origen en la conversión fotovoltaica. La energía solar puede ser perfectamente complementada con otras energías convencionales, para evitar la necesidad de grandes y costosos sistemas de acumulación.

El sistema FV residencial permitirá al dueño de la casa generar una parte o la totalidad de su demanda diaria de energía eléctrica en su propio tejado, generando durante el día un exceso de producción, que podrá normalmente ser utilizado por la noche.

Puede darse el caso en que la casa disponga de una conexión a la red eléctrica pública todo el tiempo, los excesos de producción se pueden volcar a la red (así como las necesidades nocturnas pueden absorberse de la red). Los sistemas FV pueden también incluir una batería de reserva o un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) para hacer funcionar los circuitos seleccionados en la residencia durante horas o durante días ante cortes en la red.

Posición. La cantidad de electricidad que producen los paneles es aproximadamente proporcional a la intensidad y al ángulo de la luz que incide. Los paneles, por lo tanto, son posicionados para aprovechar al máximo la luz disponible dentro de las limitaciones de su colocación.



Sombras. Uno de los principales factores que afectan al diseño y al emplazamiento de un nuevo sistema FV es que esté libre de obstáculos que produzcan sombra en partes del sistema FV. Árboles, chimeneas y otros salientes, son obstáculos bien conocidos que pueden conducir a pérdidas por sombra en sistemas FV montados en el tejado.



*Figura 4|42.
Paneles Fotovoltaicos colocados a cierta distancia para evitar sombras.*

*Figura 4|43.
Paneles fotovoltaicos colocados en el techo de una vivienda.*

h.

Generador de energía eólica





Figura 4|44.
(página opuesta)
Parque eólico 'Picu el gallo'.

Figura 4|45.
Parque eólico donde se evidencia el tamaño de las estructuras eólicas, comparadas con el auto en la esquina inferior izquierda.

Todas las fuentes de energía renovables (excepto la maremotriz y la geotérmica), e incluso la energía de los combustibles fósiles, provienen, en último término, del sol. Además de los grandes generadores que encontramos en los parques eólicos, los sistemas eólicos pequeños para generación de electricidad pueden contribuir significativamente a la demanda de México.

Aunque tengan el nombre de pequeñas, las turbinas eólicas son suficientes para proporcionar una parte importante de la energía requerida en los hogares promedio. Un sistema eólica pequeño funcionará si:

- Existe suficiente viento
- Es permitido según las normativas de la zona.
- Se cuenta con una superficie mayor a 4 hectáreas.
- Se puede determinar cuánta energía se necesita.

El tamaño de eólica requerida dependerá del uso que se haga de ella. El rango de turbinas pequeñas se encuentra en los 20 wats y los 100 kilowats. Las turbinas para aplicaciones residenciales pueden estar en el rango de los 400 wats y hasta los 100 kw (para casas muy grandes), dependiendo de la demanda por generar. Un hogar típico consume aproximadamente 9400Kw/hora al año (780kWh por mes). Dependiendo de la velocidad promedio del viento en el área una turbina de potencia nominal de entre cinco y 10 kilowatts, podría hacer una contribución importante para esta demanda.

La velocidad del viento es muy importante para la cantidad de energía que un aerogenerador puede transformar en electricidad: la cantidad de energía que posee el viento varía con el cubo (la tercera potencia) de la velocidad media del viento; p.ej., si la velocidad del viento se duplica la cantidad de energía que contenga será $2^3 = 2 \times 2 \times 2 =$ ocho veces mayor.

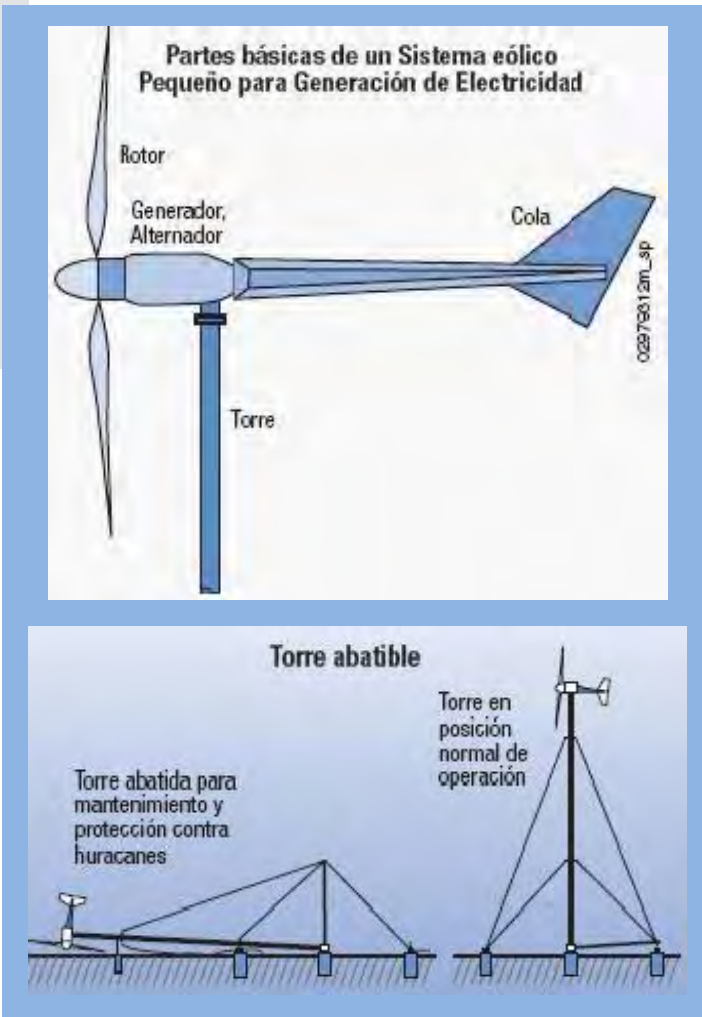


Figura 4|47. Sistema eólico con torre abatible.



Figura 4|46. Modelo: Híbrido SAE-EF-400-50.

Básicamente existen dos tipos de torre: las autoportantes y las retenidas, siendo éstas las de mayor uso para aplicaciones residenciales. Estas torres son las más baratas y pueden constituir de secciones estructurales o tubulares, dependiendo del diseño y los soportes para los cables de retenidas. El radio para sostener las retenidas debe ser la mitad o $\frac{3}{4}$ de la altura de la torre, por lo que se requiere tener suficiente espacio para fijarlas.

Las torres abatibles son más caras pero le permiten al consumidor poder llevar a cabo, de manera más fácil, el mantenimiento en turbinas pequeñas.

Cant.	Descripción	Precio Neto
1	Generador Eólico Air X 400W 12 y 24 Volt Controlador Integrado con microprocesador Diámetro del rotor: 1.4 mts Peso: 8Kg. Velocidad del viento para arranque: 3m/seg Voltaje: 12 y 24 volts Potencia de salida: 400W con 12.5m/seg	
1	Modulos fotovoltaicos SAE-5U 50W c/u	
1	Inversor SAE-175U 175U W	
4	Baterías Electro solares SAECUSA S1	
1	Poste metálico 6 m. y accesorios para instalación	
1	Gabinete contenedor	
1	Lote de materiales para conexión	
1	Manual de Instalación	

Figura 4|48. Precio de sistema eólico. Modelo: Híbrido SAE-EF-400-50



Figura 4|49.
Caricatura de 'Glenn Tees',
parodiando la forma de
"reproducción" de los
generadores eólicos.



Proyecto 5

*La arquitectura es el juego sabio, correcto
y magnífico de los volúmenes bajo la luz.*

- Le Corbusier -

a. Ubicación de Huaxcorral

En portada. Imagen virtual de la casa F del Proyecto en cuestión.

126



Figura 5|01.
Vista aérea del valle de Chilpancingo.

Figura 5|02.
Particular de [Figura 4|11].
Vista aérea del predio.

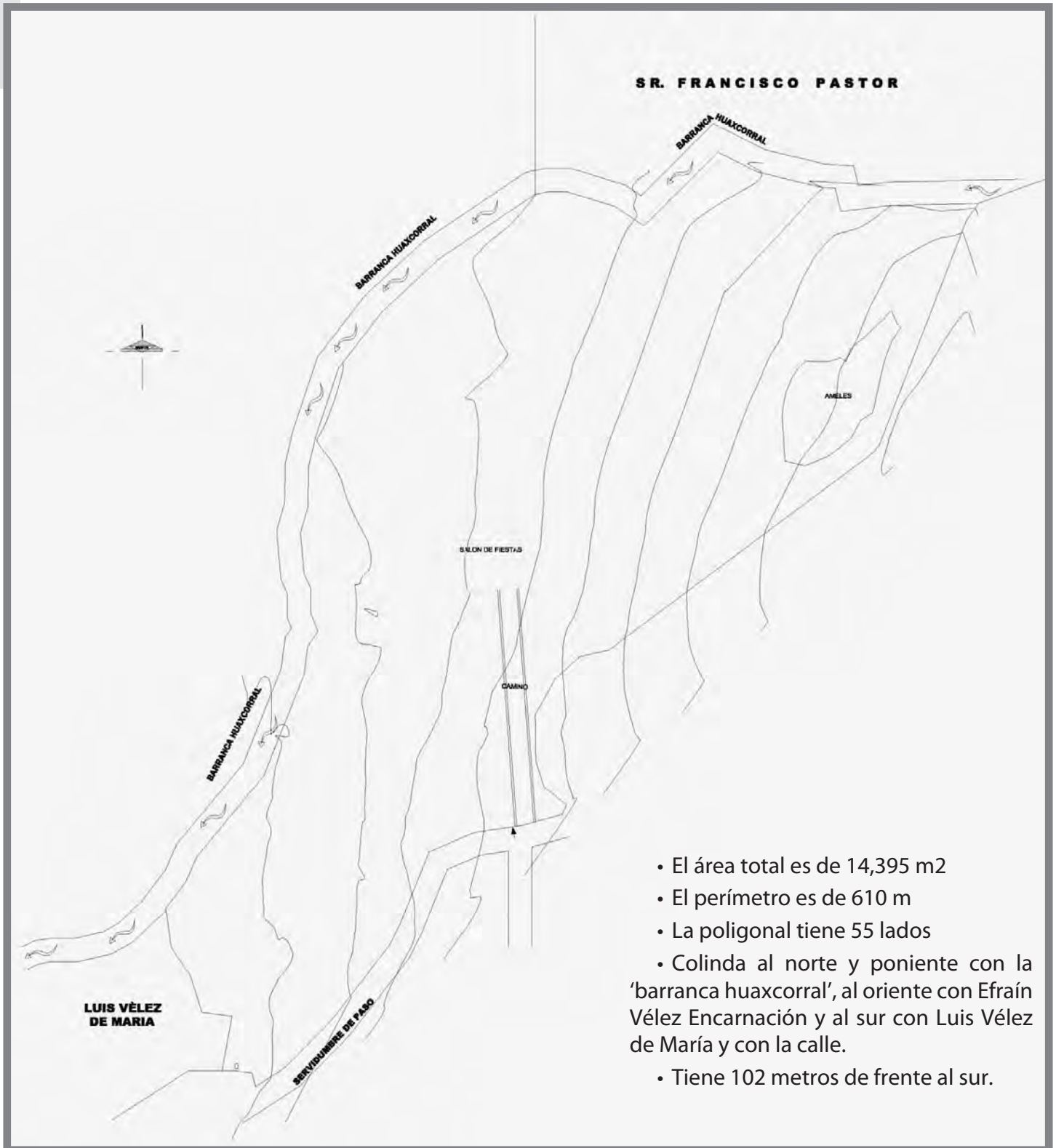


Huaxcorral se localiza al norte de la ciudad de Chilpancingo, prácticamente al pie de la carretera México-Acapulco. El término Huaxcorral es un ejemplo de la combinación entre el español y el náhuatl, porque se compone de la palabra náhuatl 'huaxin' (Guaje) y 'corral'; por lo que significa 'corral de guajes'. Se dice el predio estuvo rodeado de estos árboles.

Es un predio completamente irregular, que tiene más de 1.4 hectáreas, con la peculiaridad que tiene un desnivel de casi 50 metros entre el punto más alto y el más bajo, lo que arroja una pendiente promedio de 30%.

Predio

128



Plano de levantamiento.

esc. 1:1000

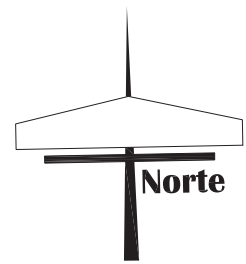
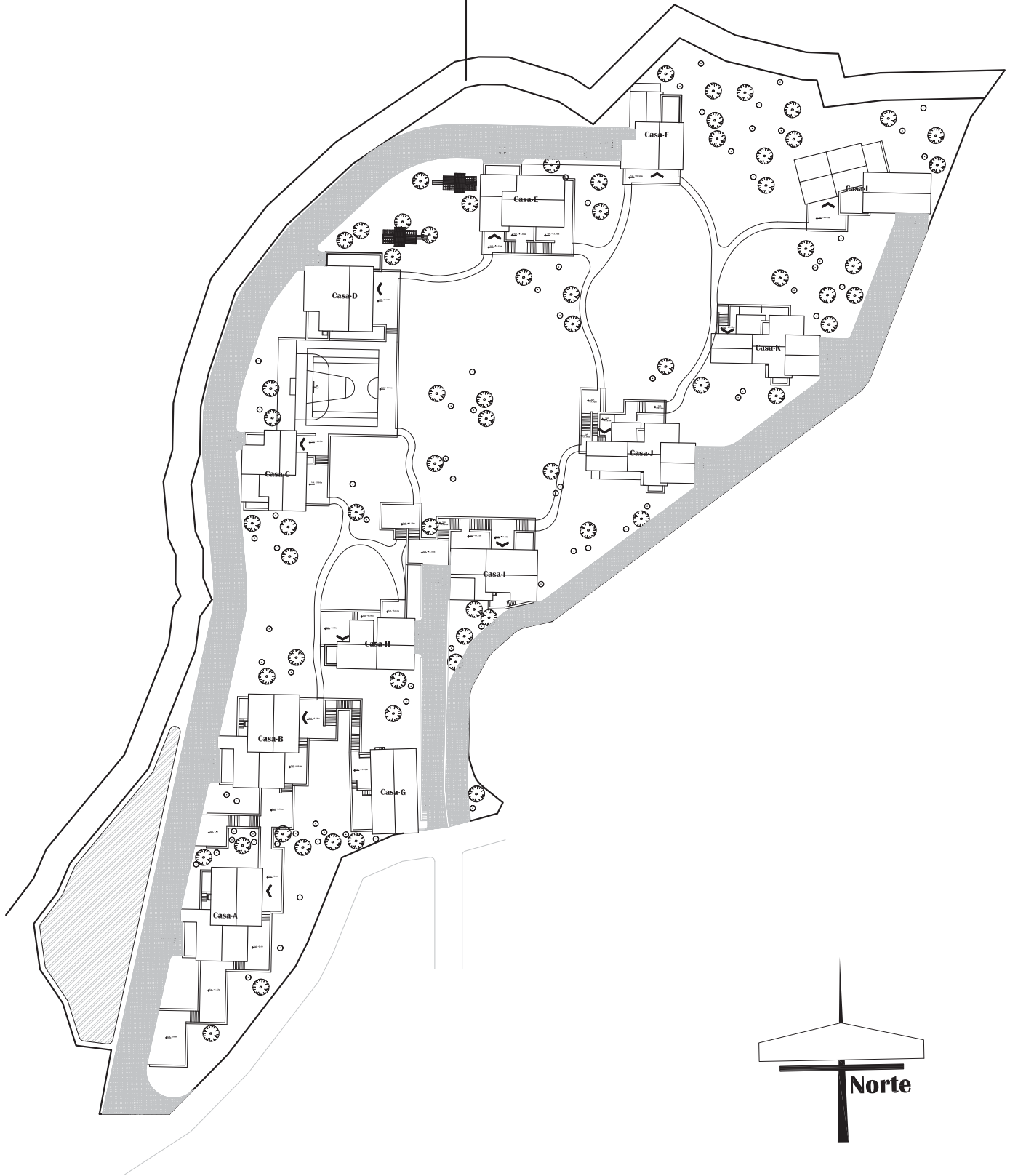
[ver anexo plano 01, a escala menor]



Plano de conjunto.

esc. 1:1000

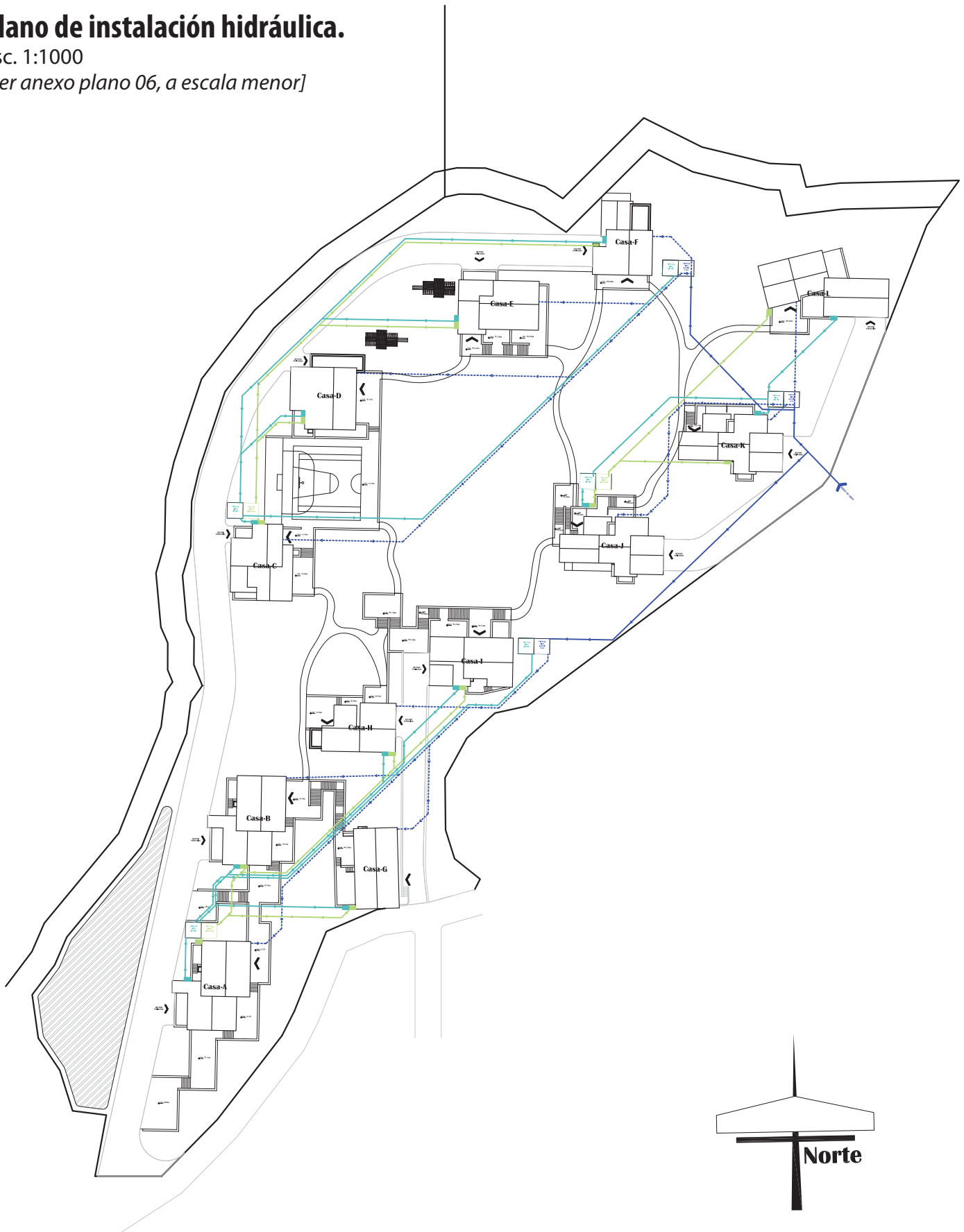
[ver anexo planos 02-05, a escala menor]



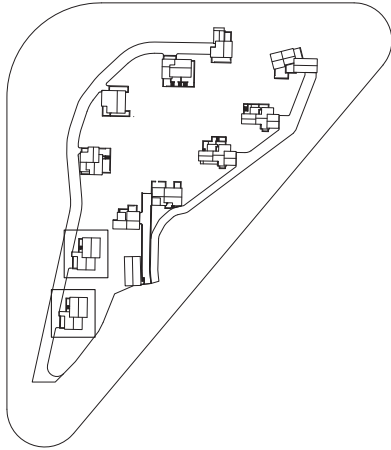
Plano de instalación hidráulica.

esc. 1:1000

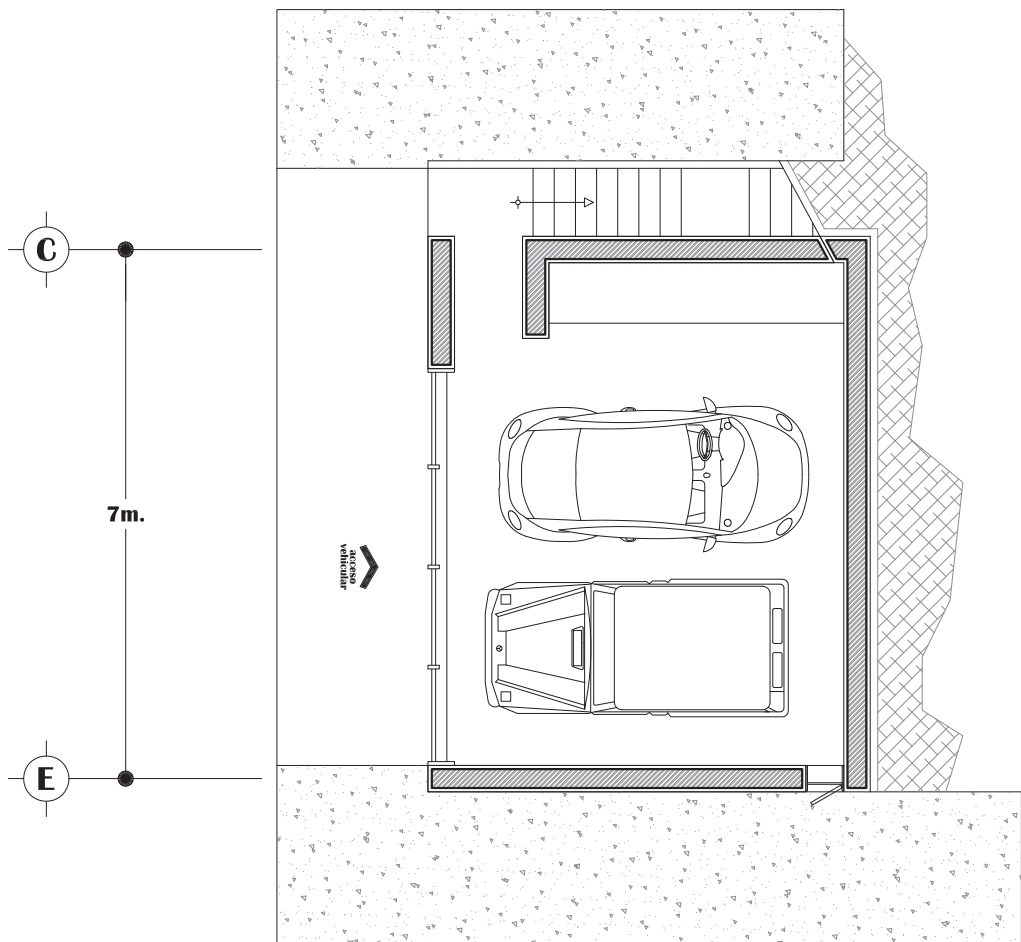
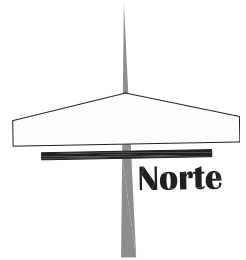
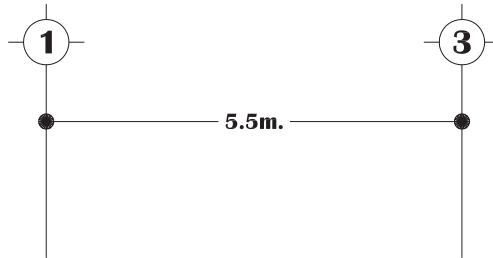
[ver anexo plano 06, a escala menor]

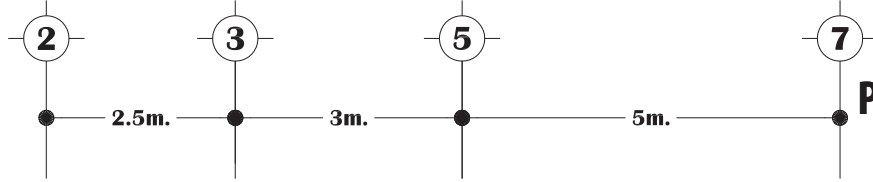


C. Casas-Habitación



Plano de casa A | B
Sótano
esc. 1:100

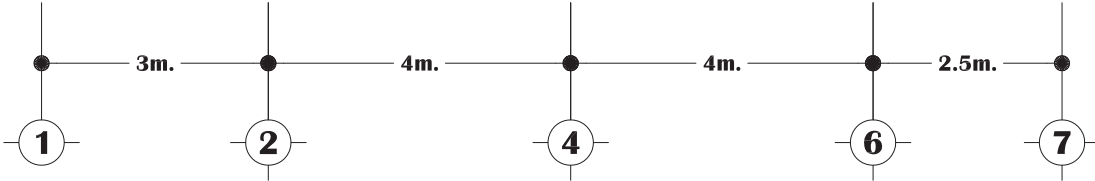
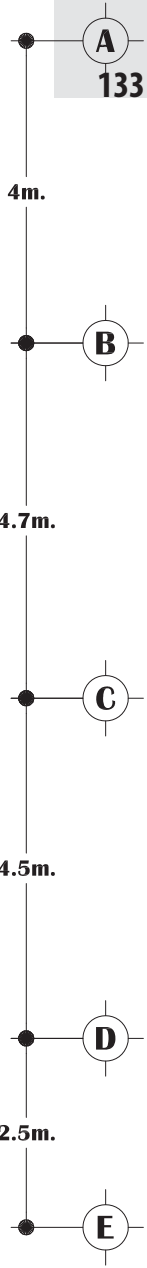
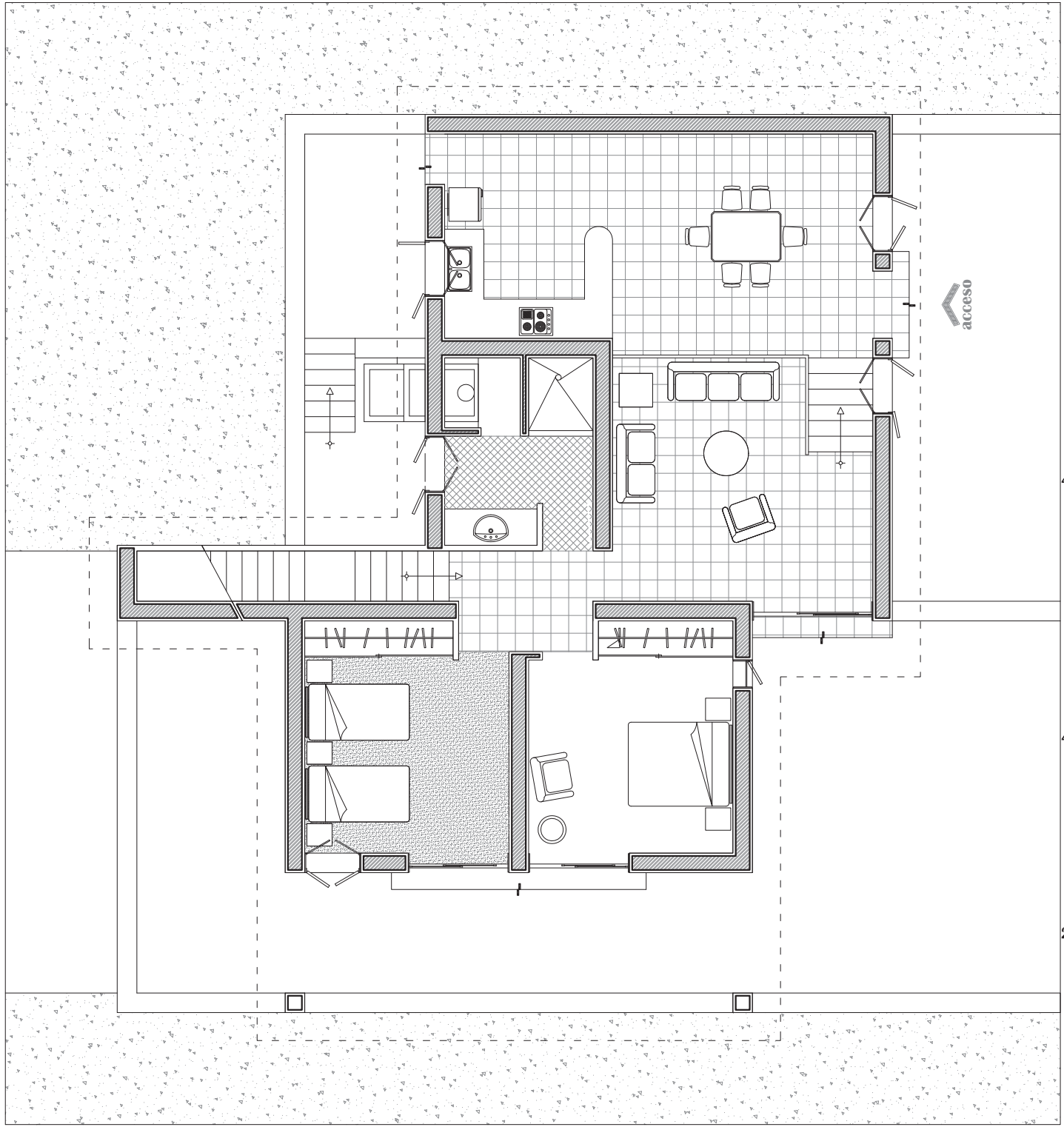




Plano de casa A | B

Planta Baja
esc. 1:100

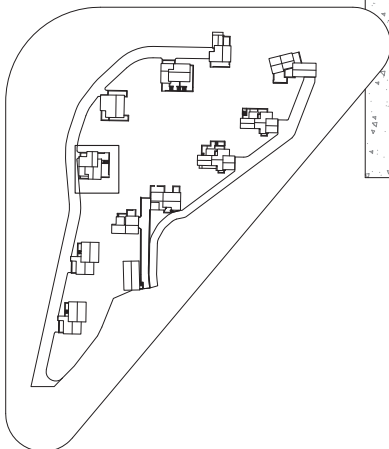
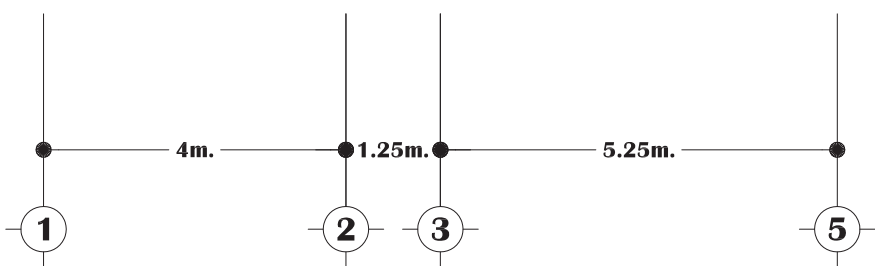
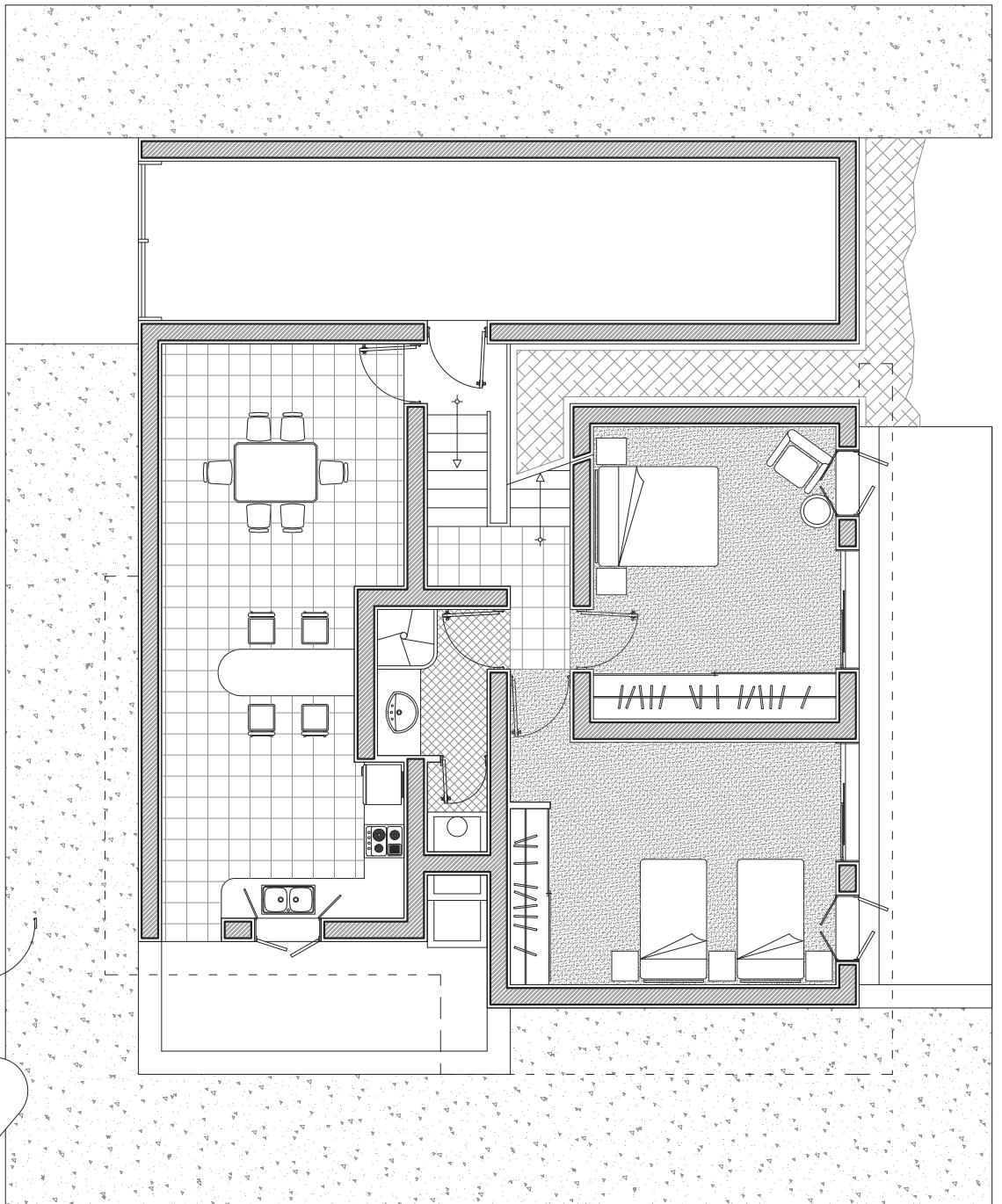
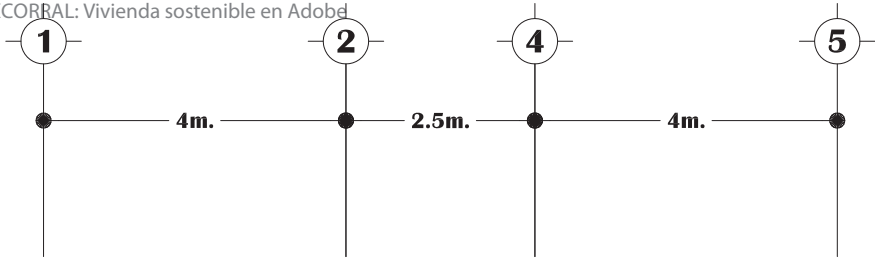
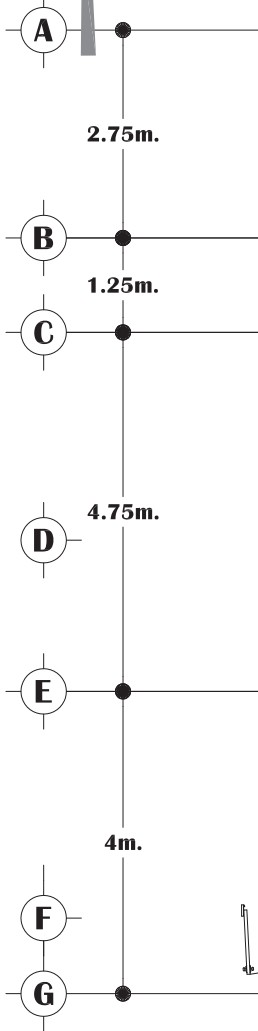
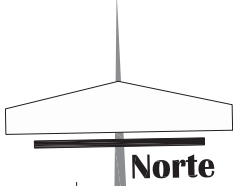
A
133



Plano de casa C

Planta Baja
esc. 1:100

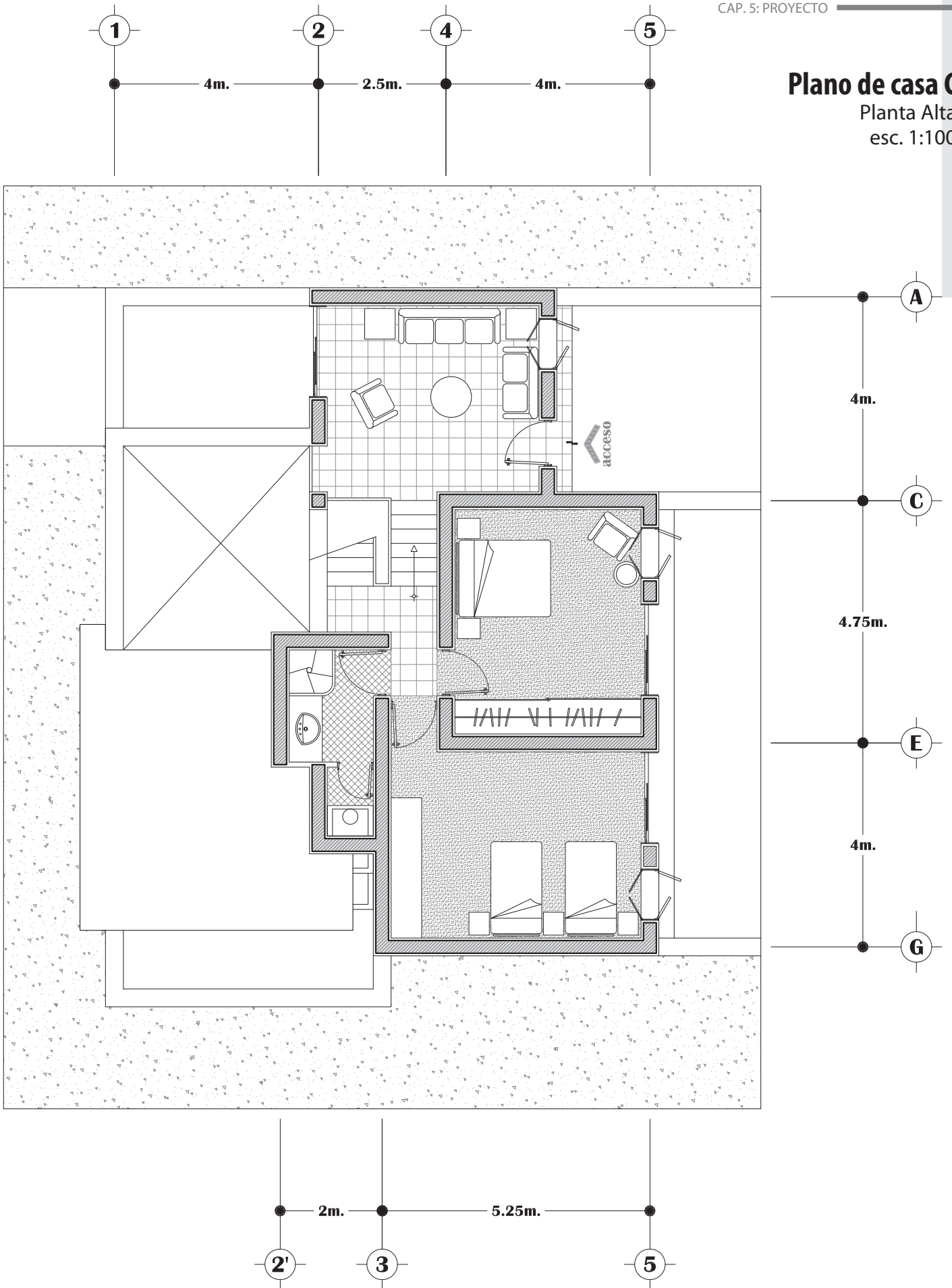
134

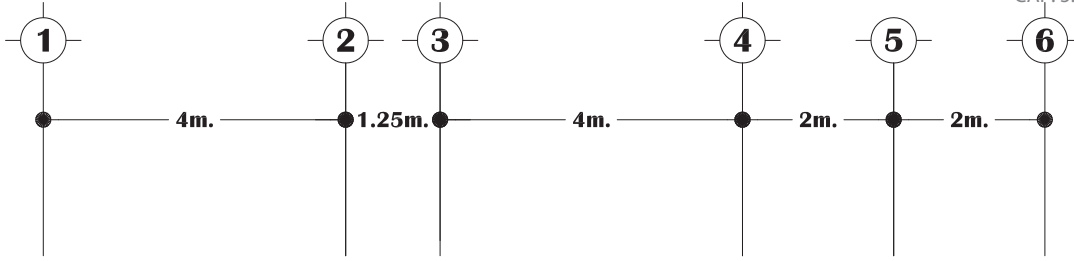


Plano de casa C

Planta Alta
esc. 1:100

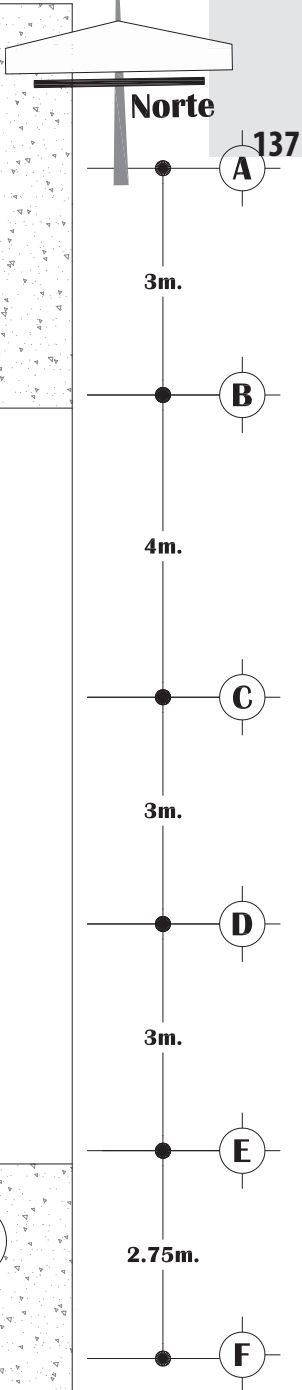
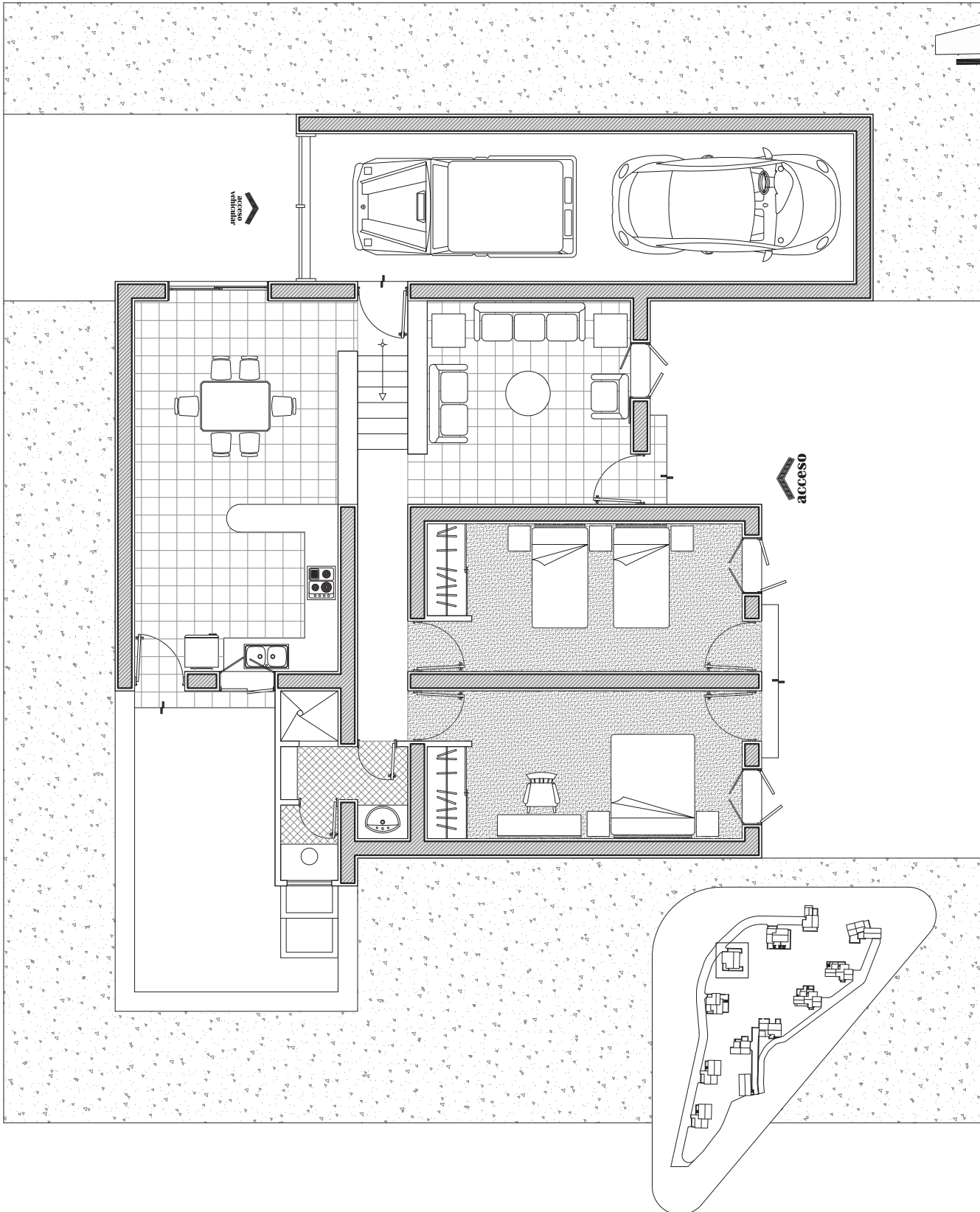
135





Plano de casa D

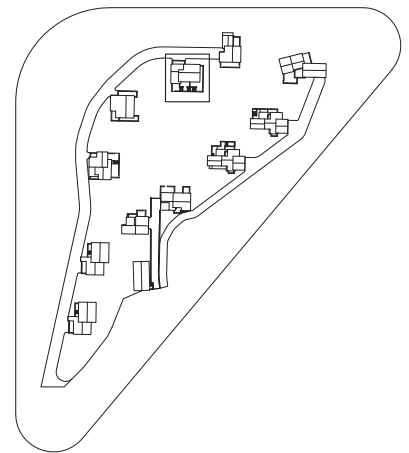
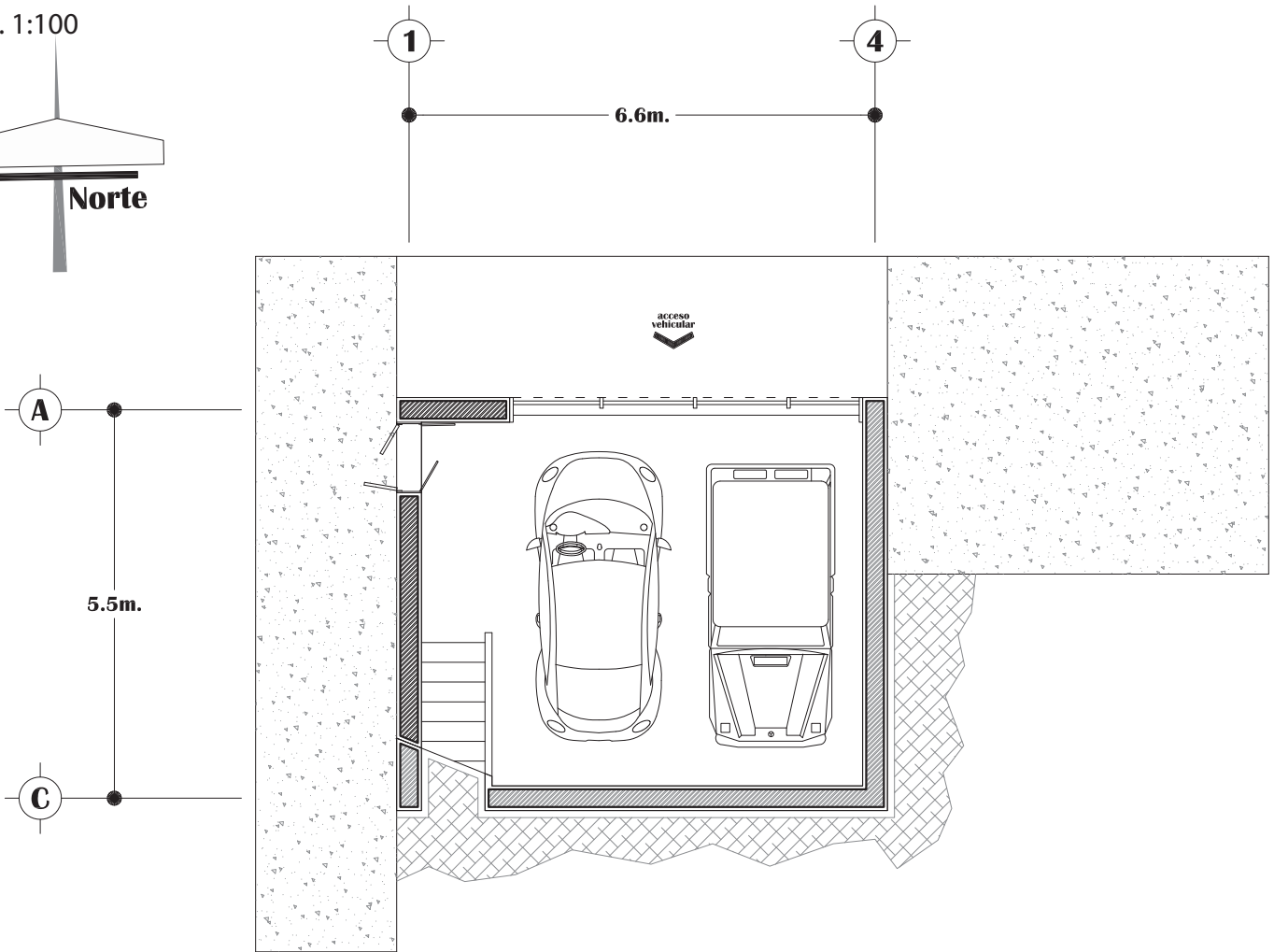
Única Planta
esc. 1:100



Plano de casa E

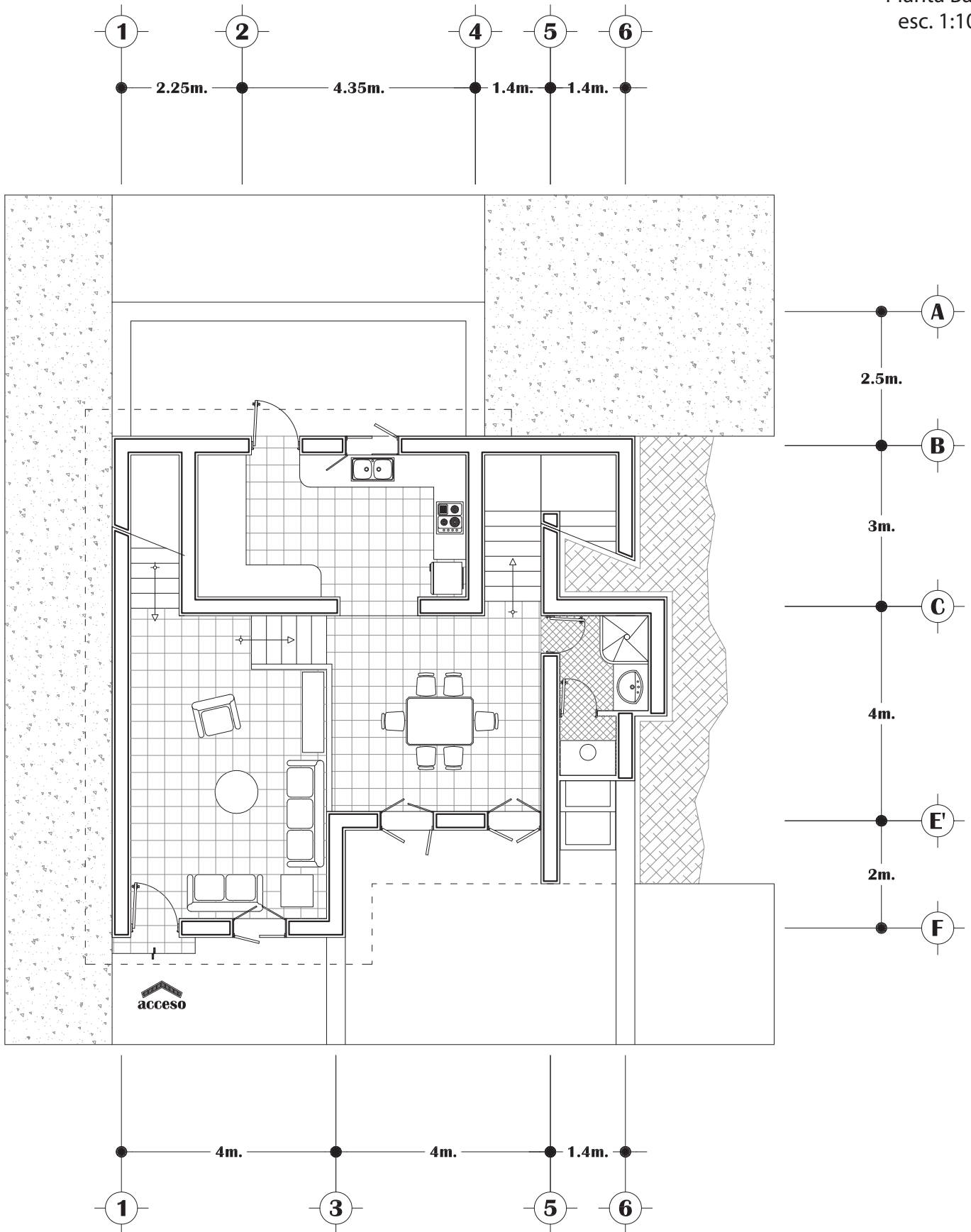
Sótano
esc. 1:100

138



Plano de casa E

Planta Baja
esc. 1:100

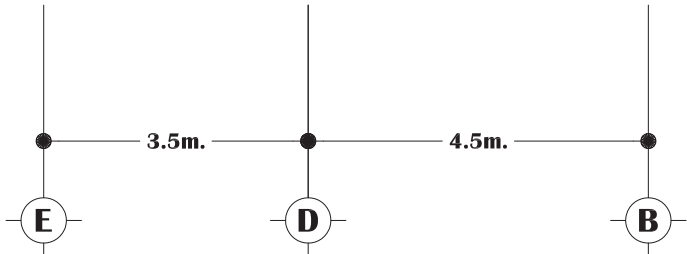
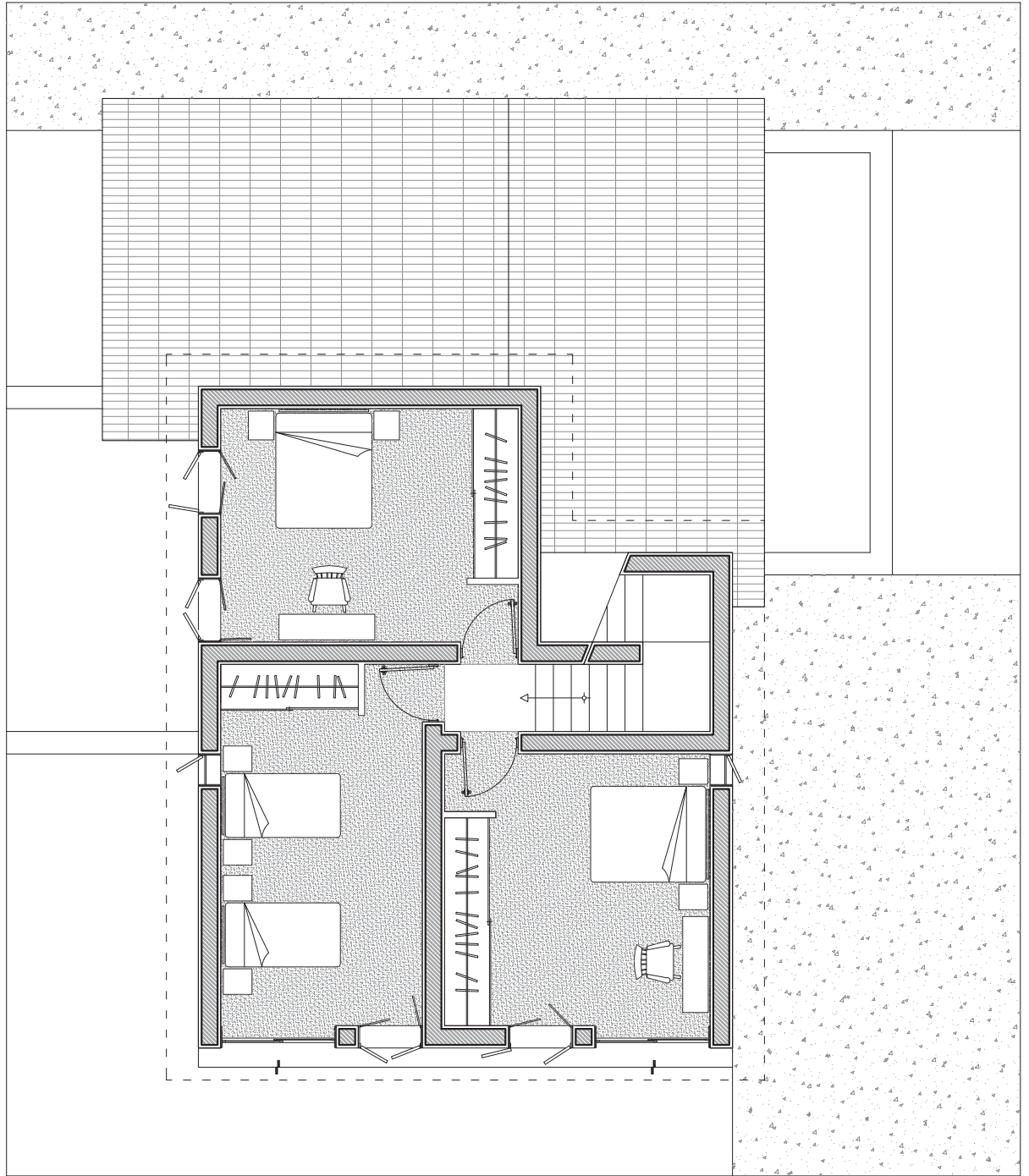
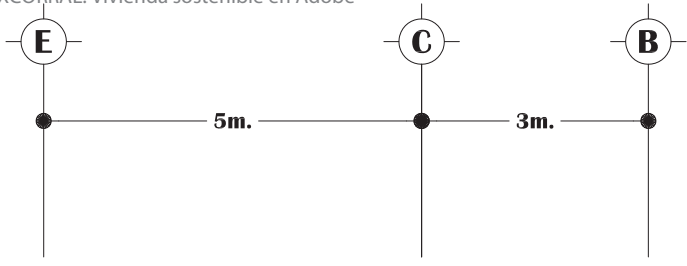
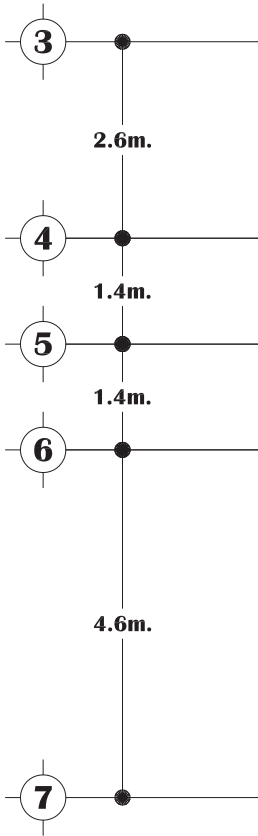


Plano de casa E

Planta Alta
esc. 1:100

Norte

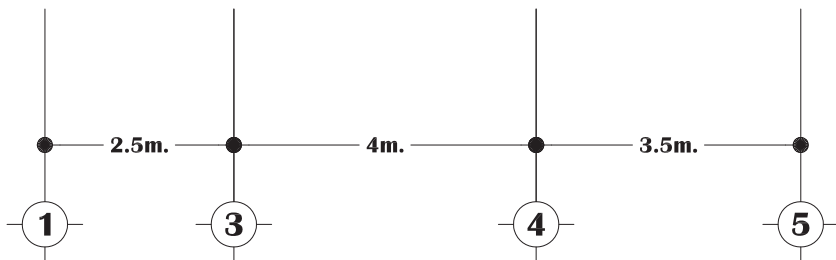
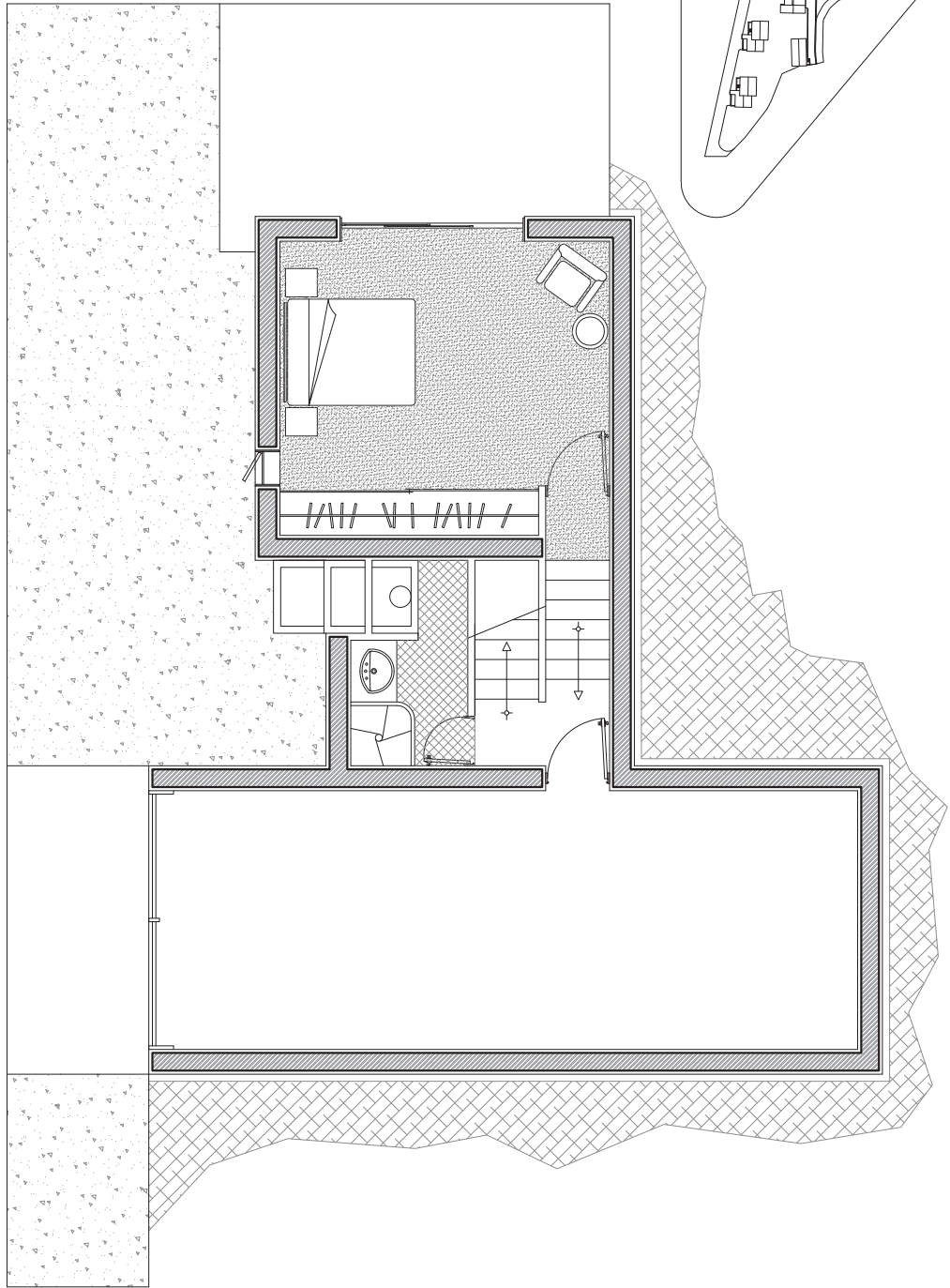
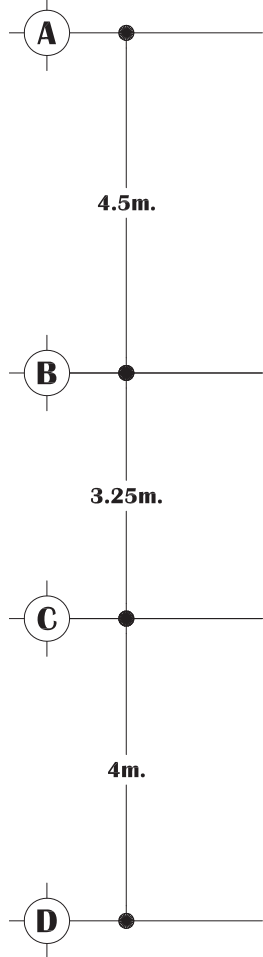
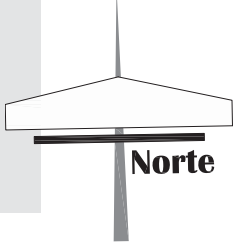
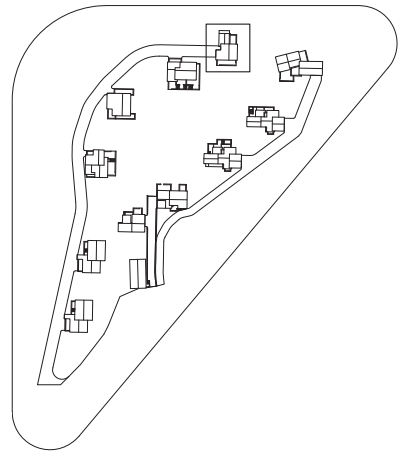
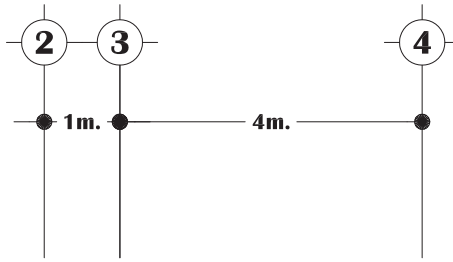
140



Plano de casa F

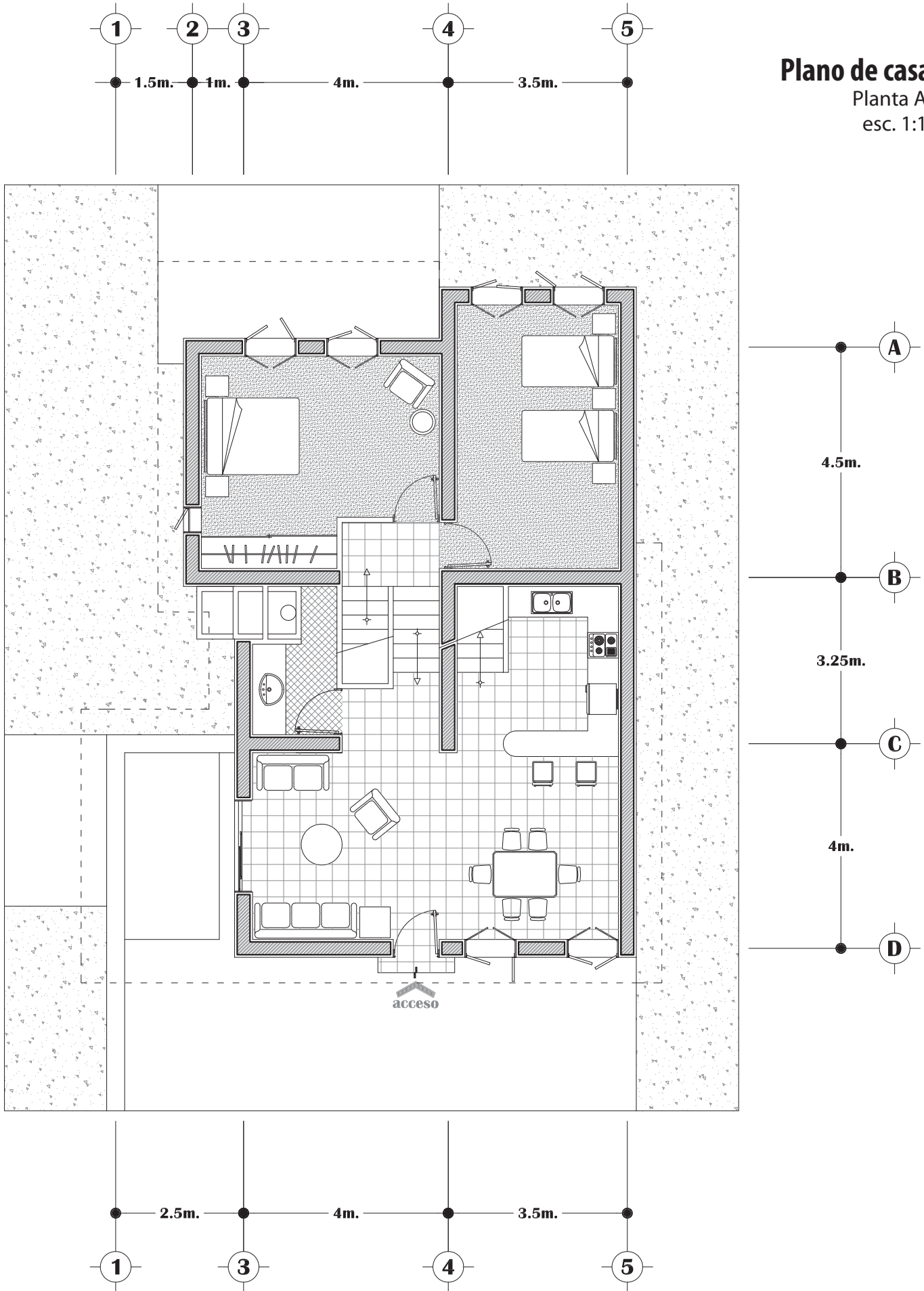
Planta Baja
esc. 1:100

142



Plano de casa F

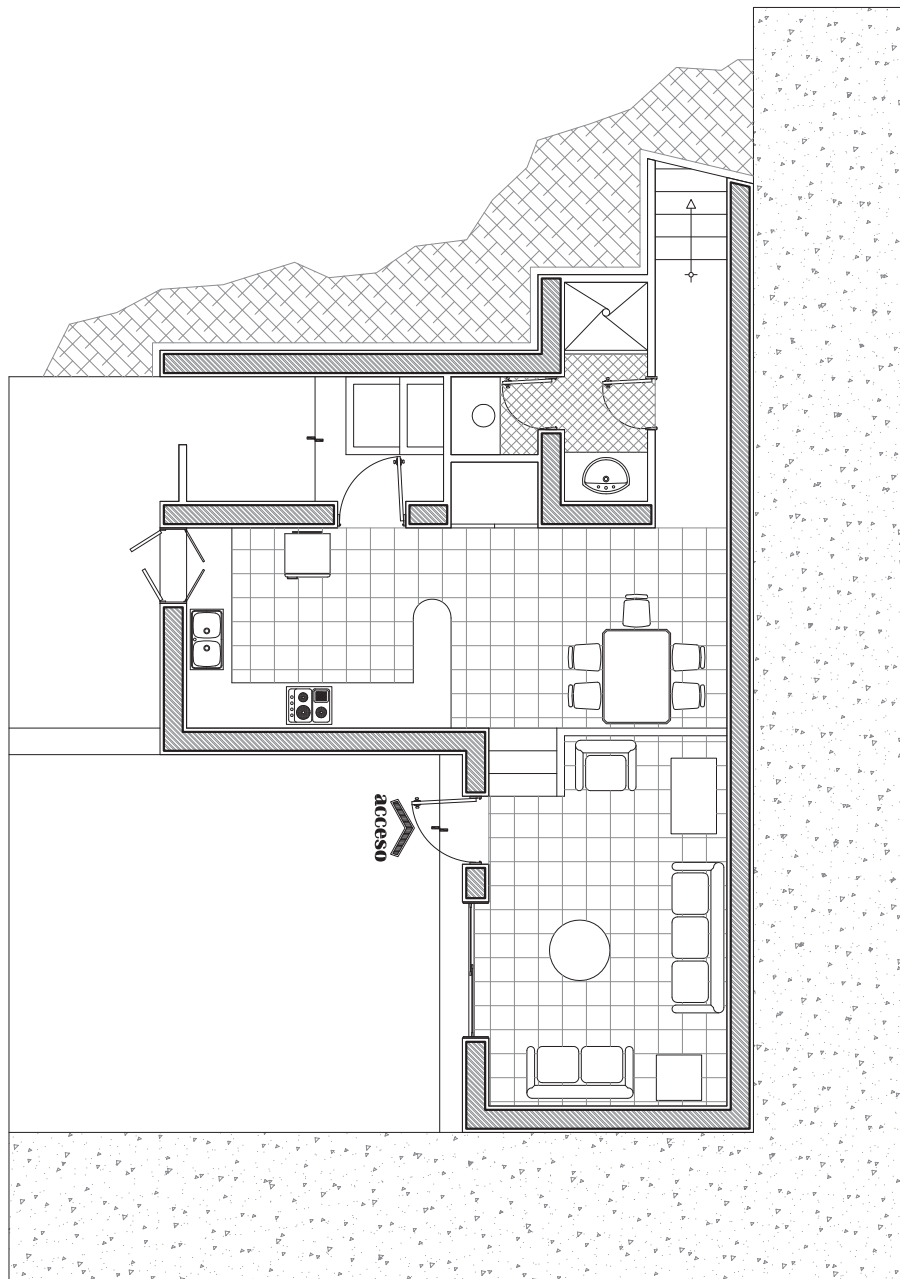
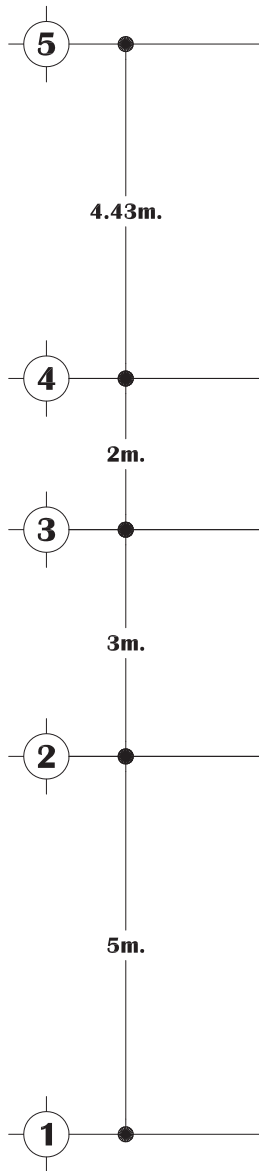
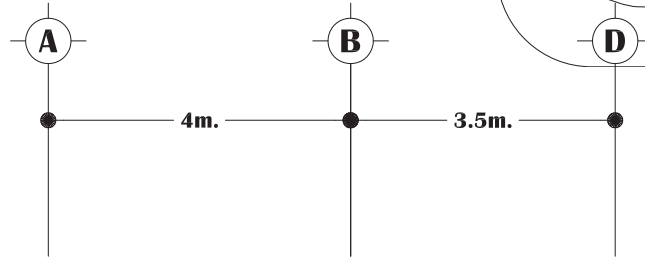
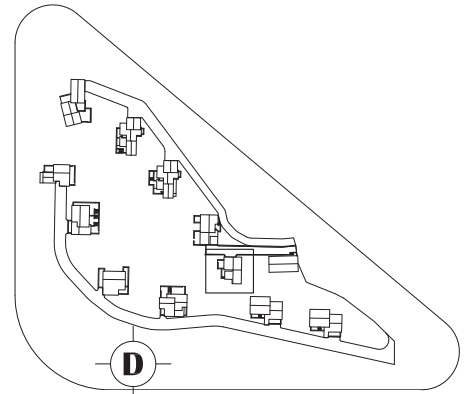
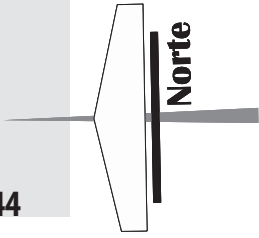
Planta Alta
esc. 1:100



Plano de casa H

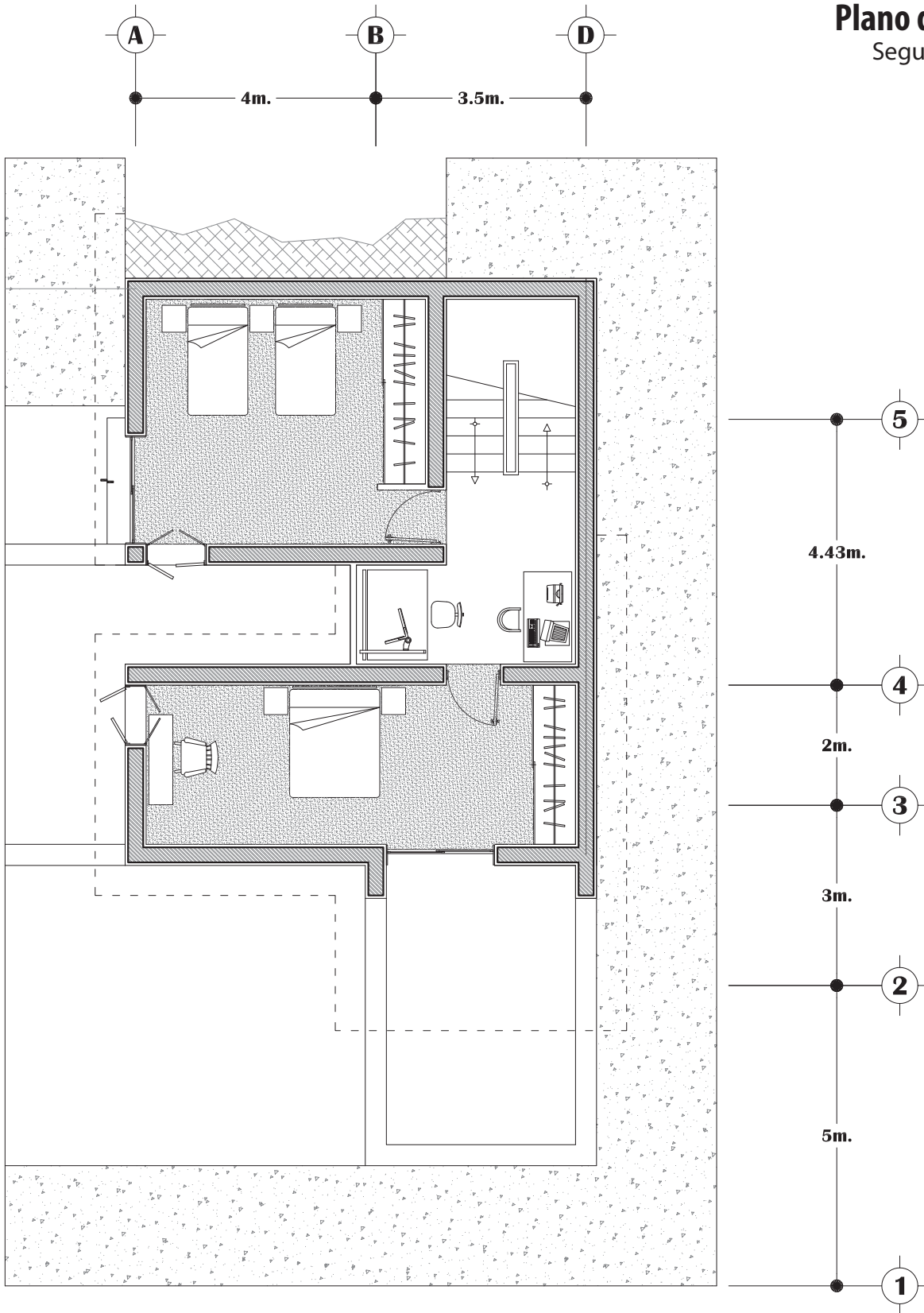
Primera Planta
esc. 1:100

144



Plano de casa H

Segunda Planta
esc. 1:100

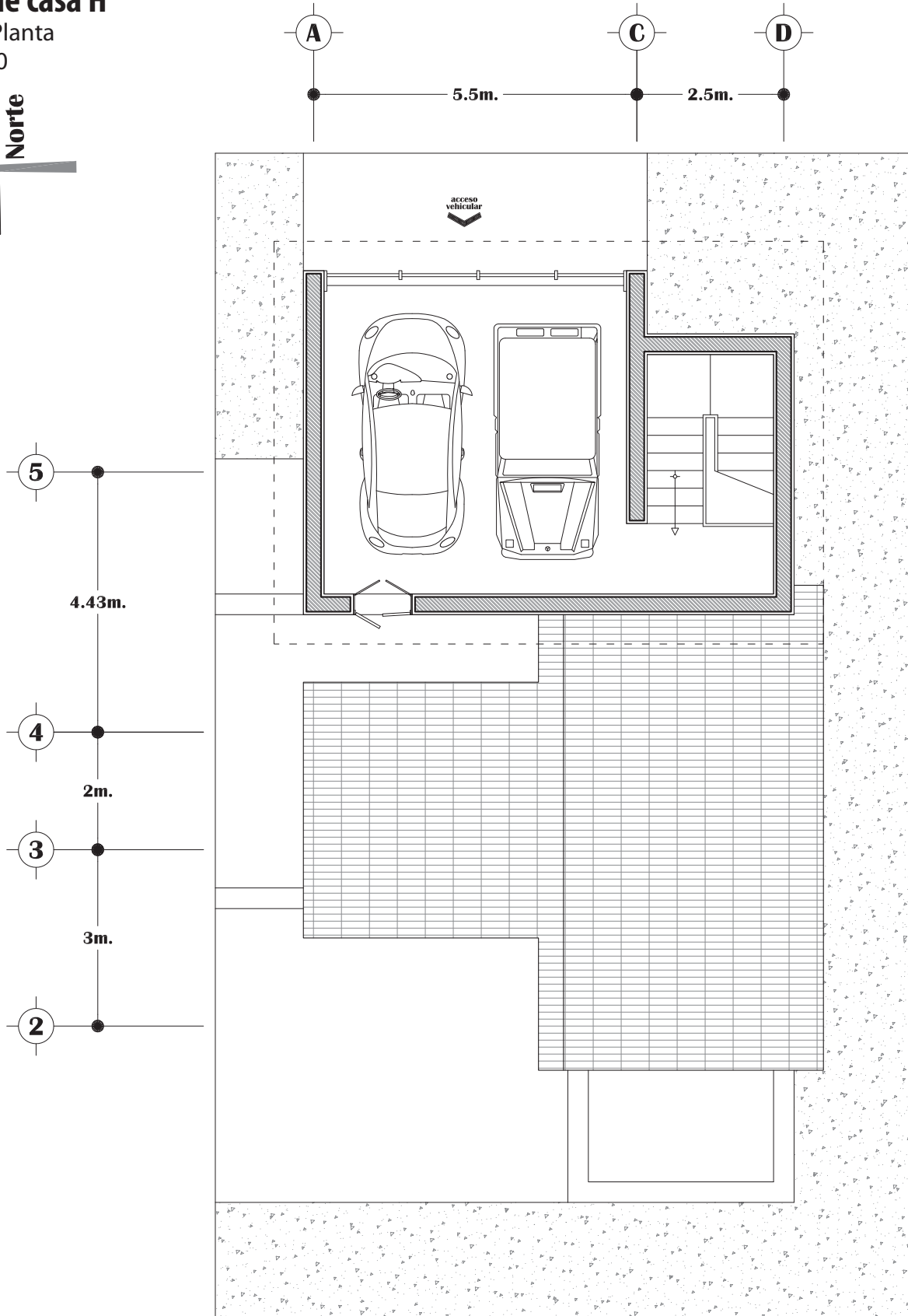


Plano de casa H

Tercera Planta
esc. 1:100

Norte

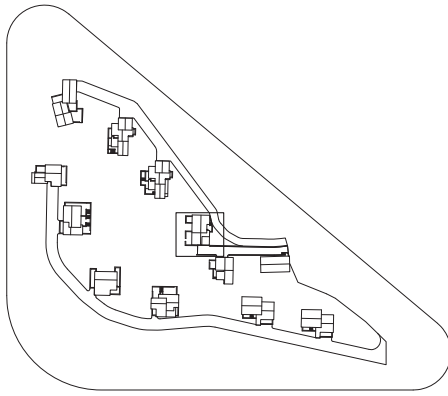
146



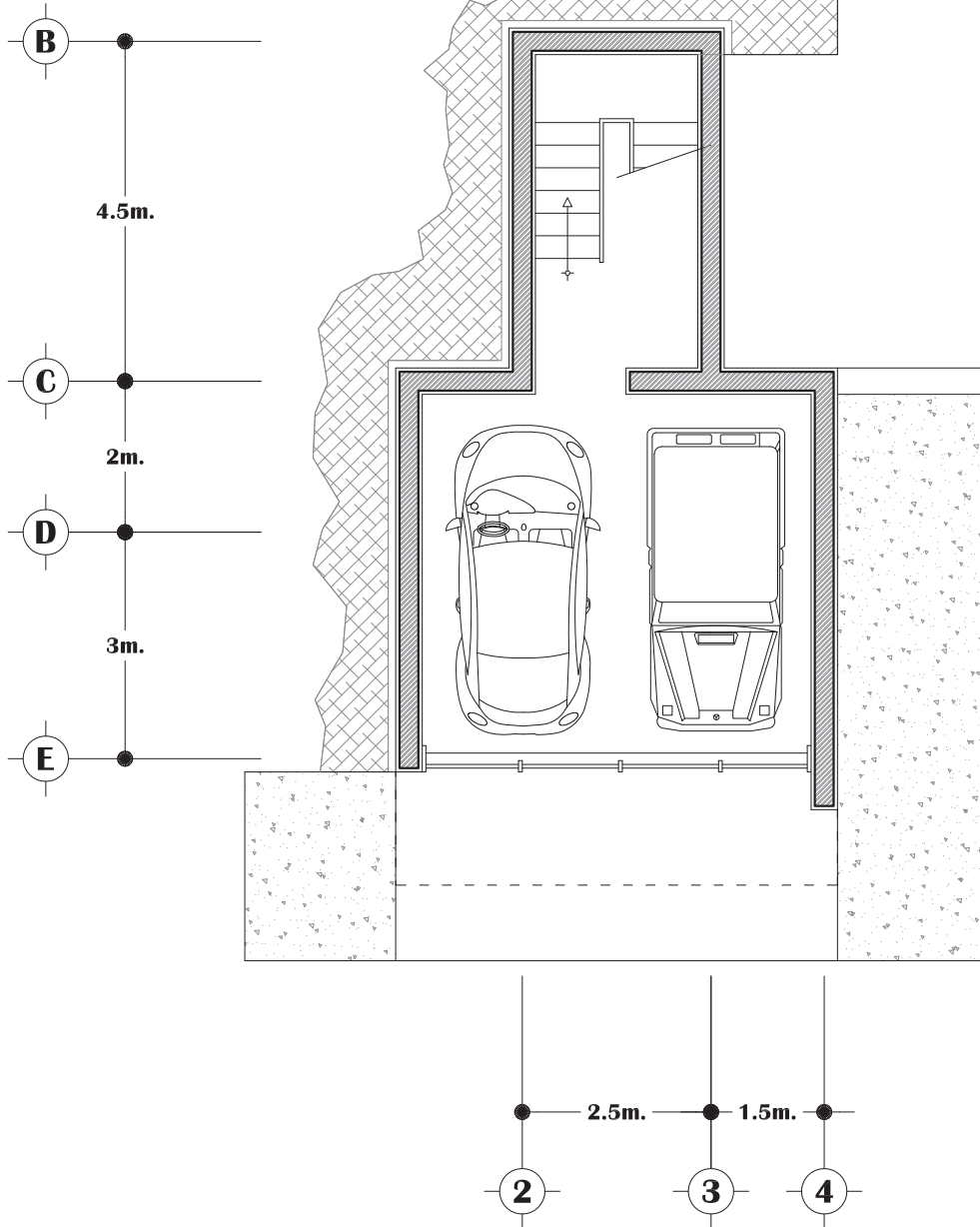
Plano de casa I

Primera Planta
esc. 1:100

Norte

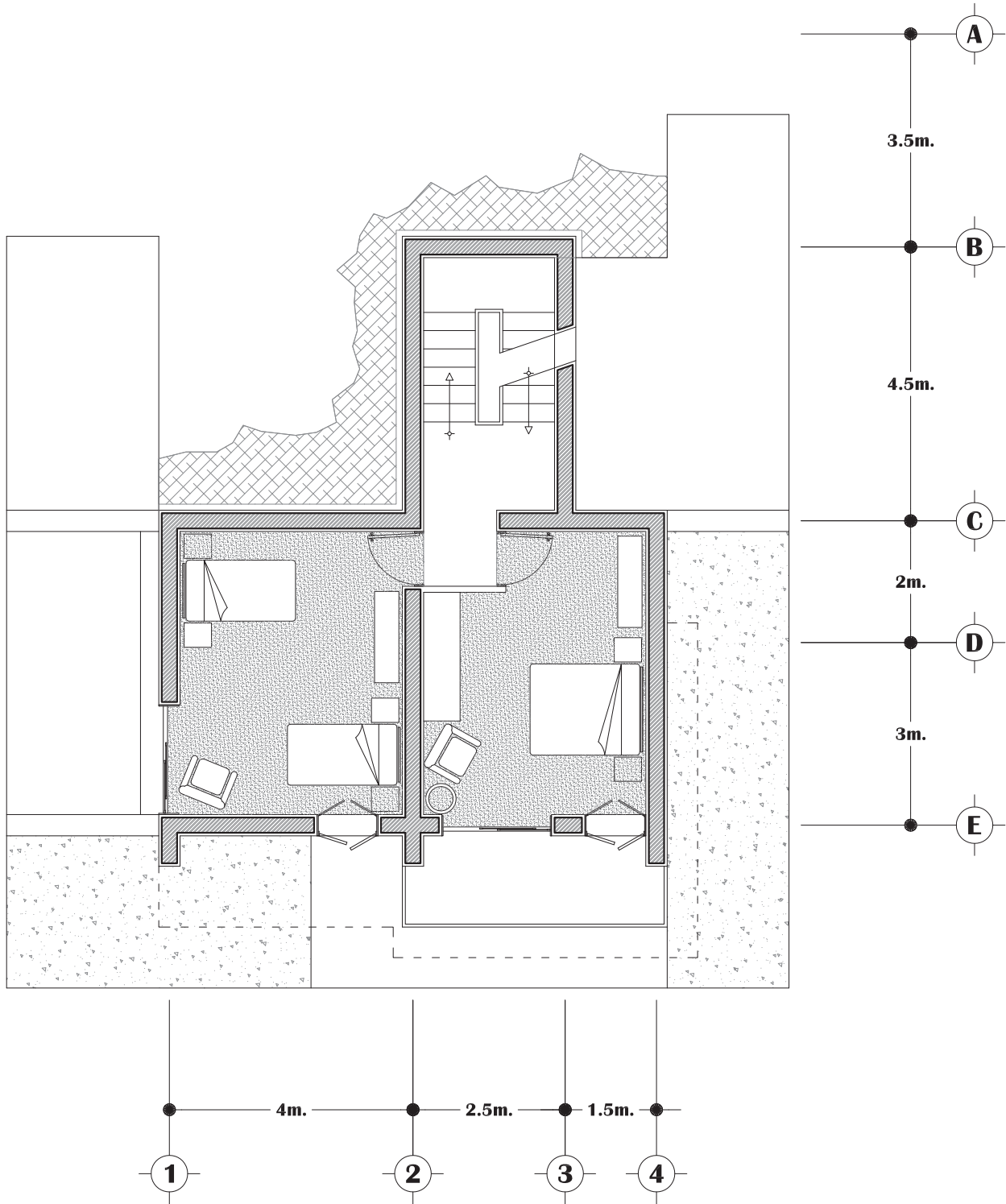


148



Plano de casa I

Segunda Planta
esc. 1:100

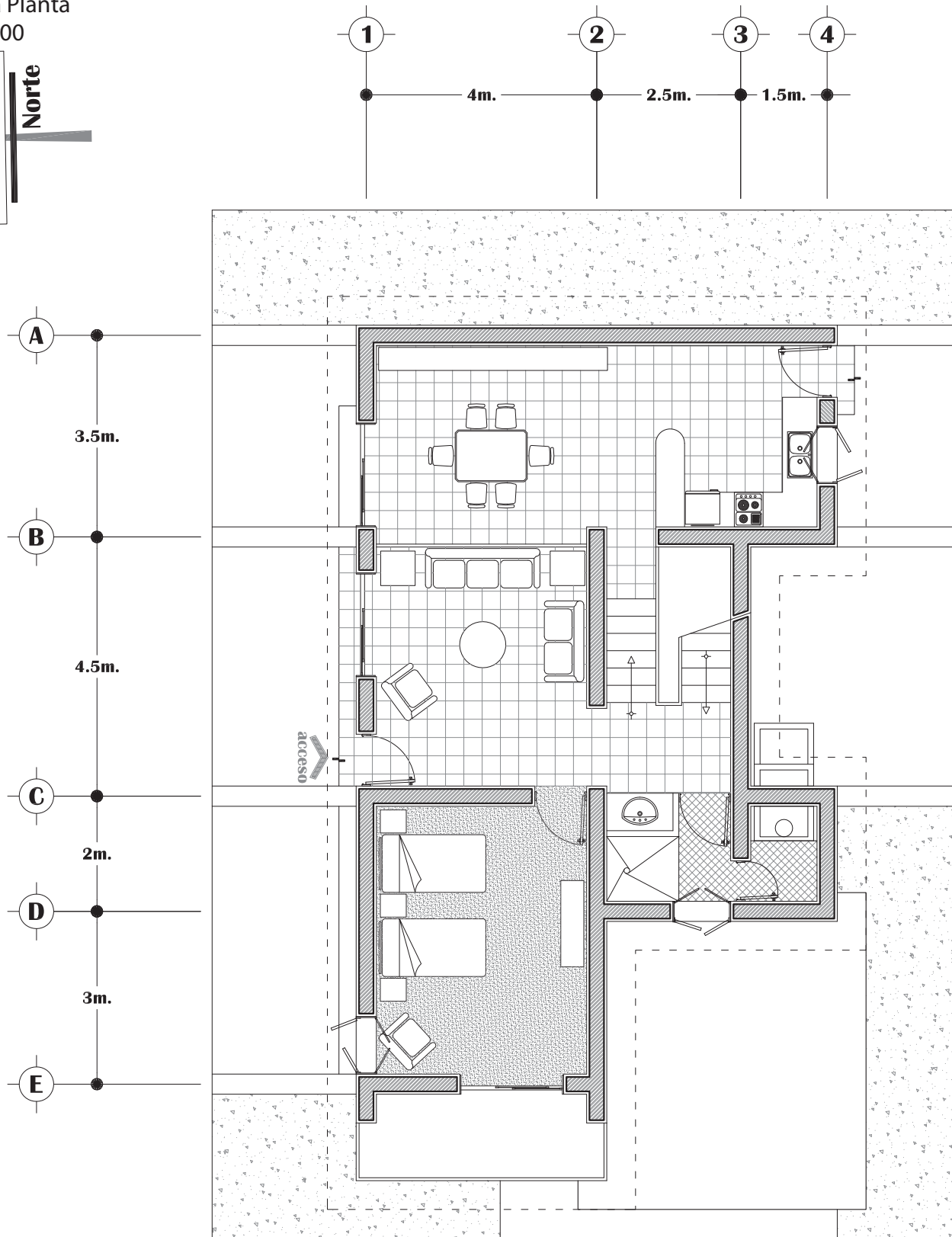


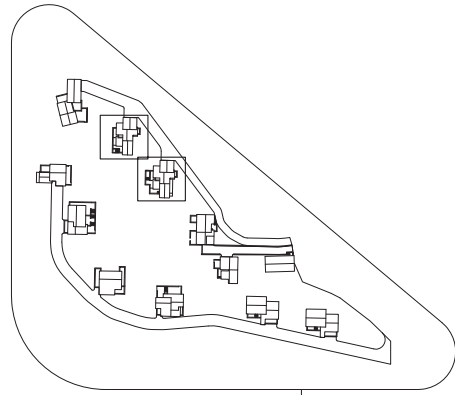
Plano de casa I

Tercera Planta
esc. 1:100

Norte

150

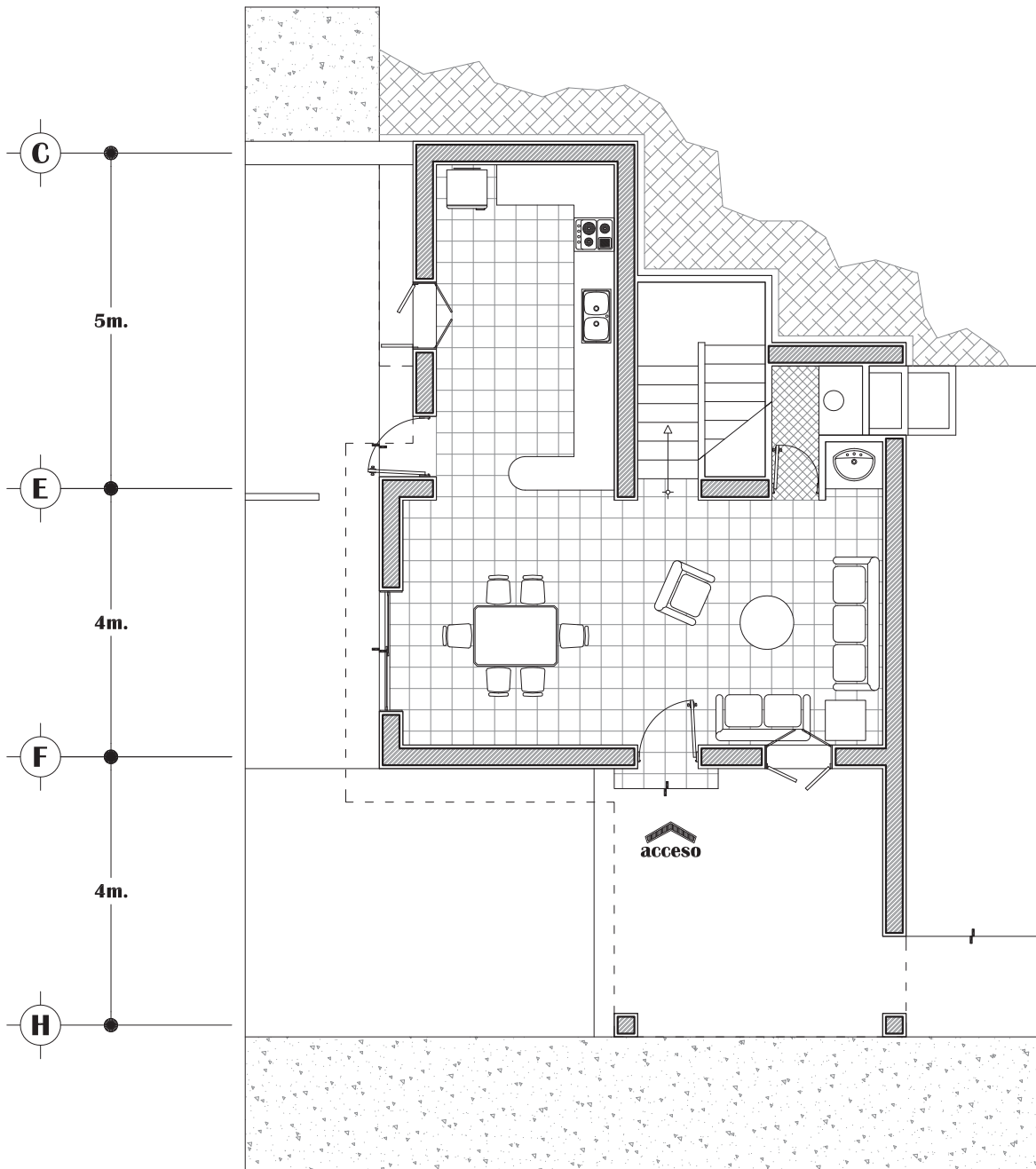
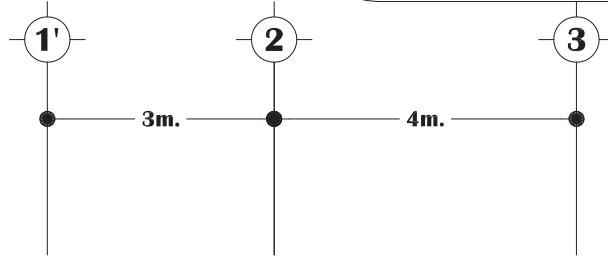
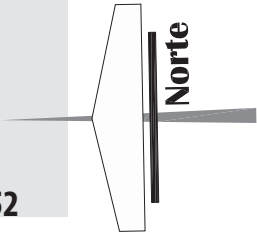


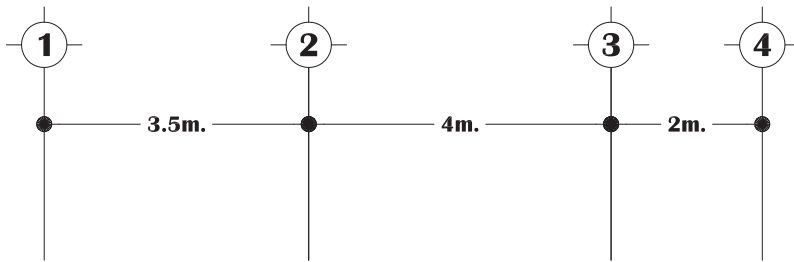


Plano de casa J | K

Primera Planta
esc. 1:100

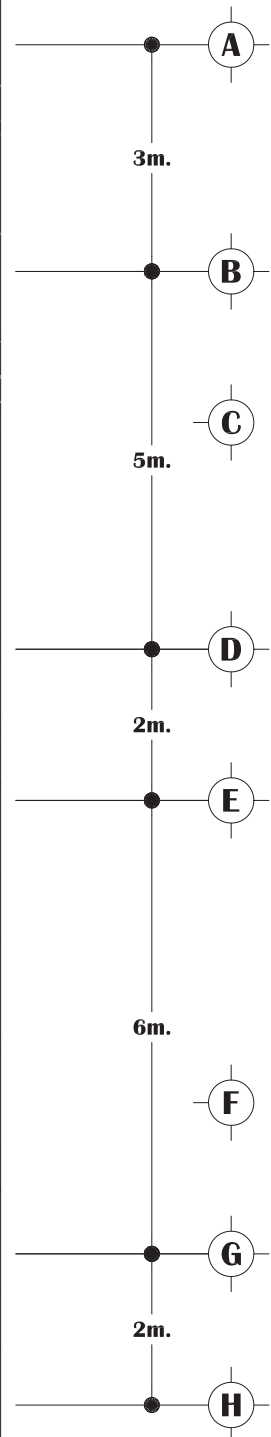
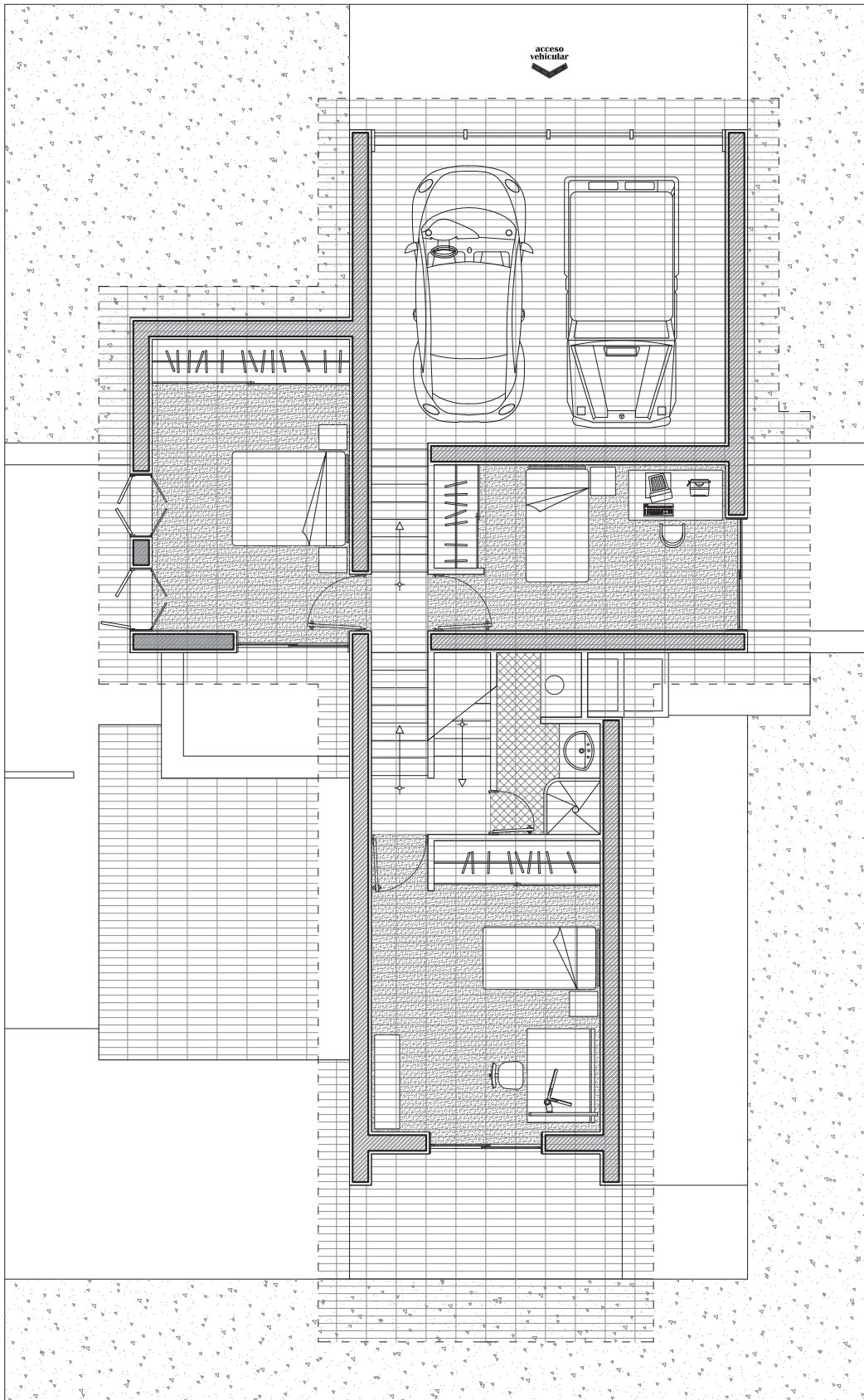
152





Plano de casa J | K

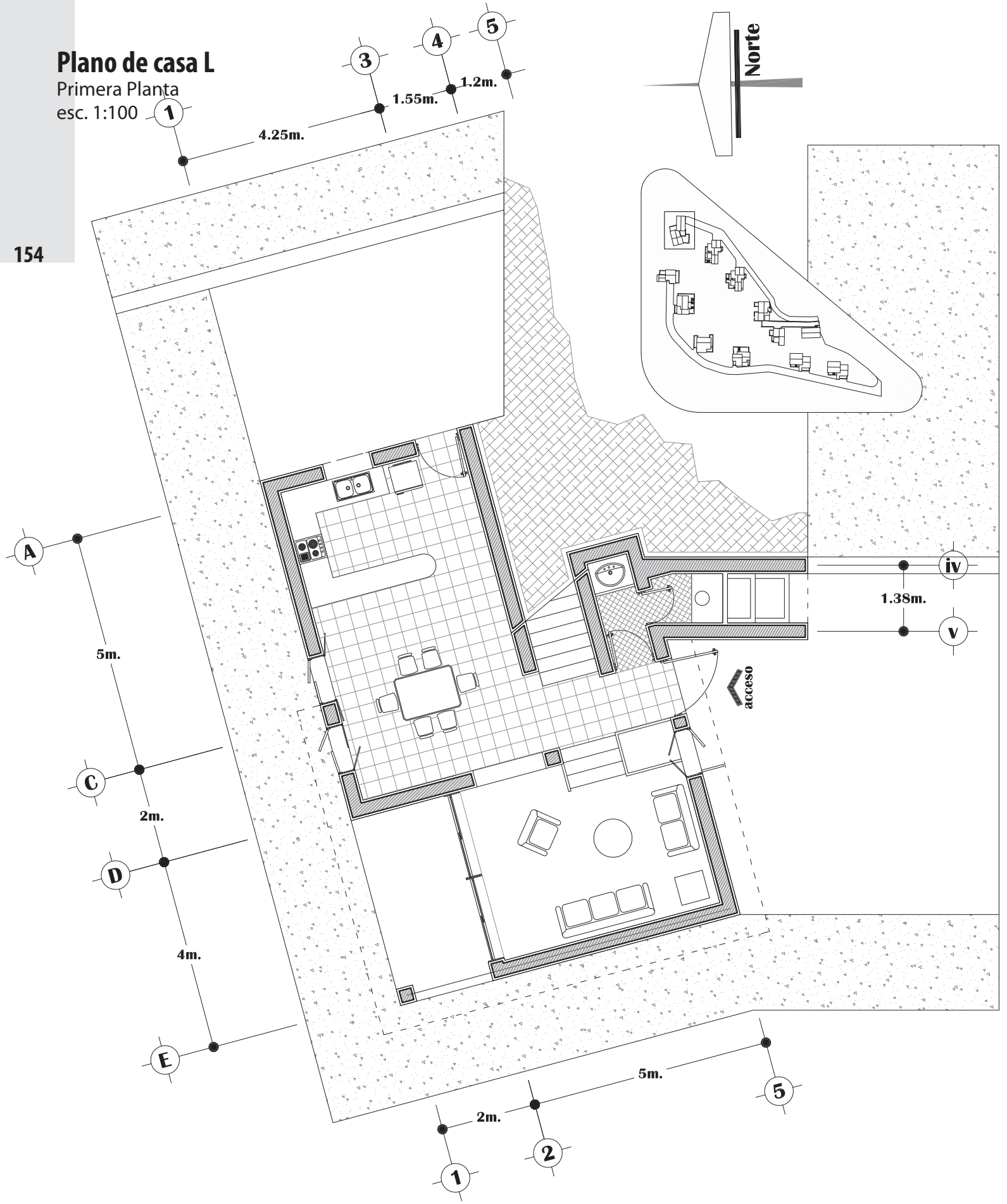
Segunda Planta
esc. 1:100



Plano de casa L

Primera Planta
esc. 1:100

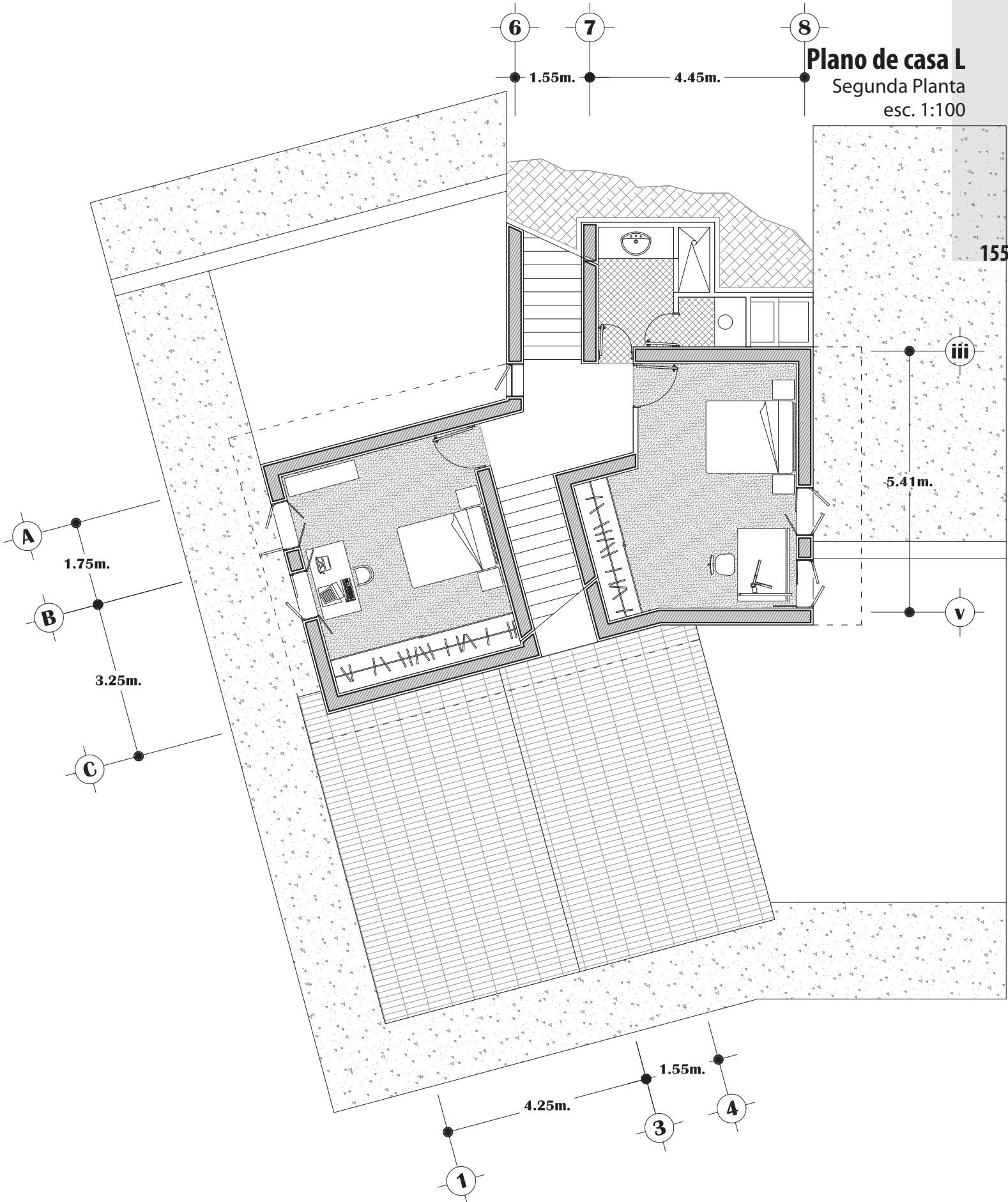
154



Plano de casa L

Segunda Planta
esc. 1:100

155

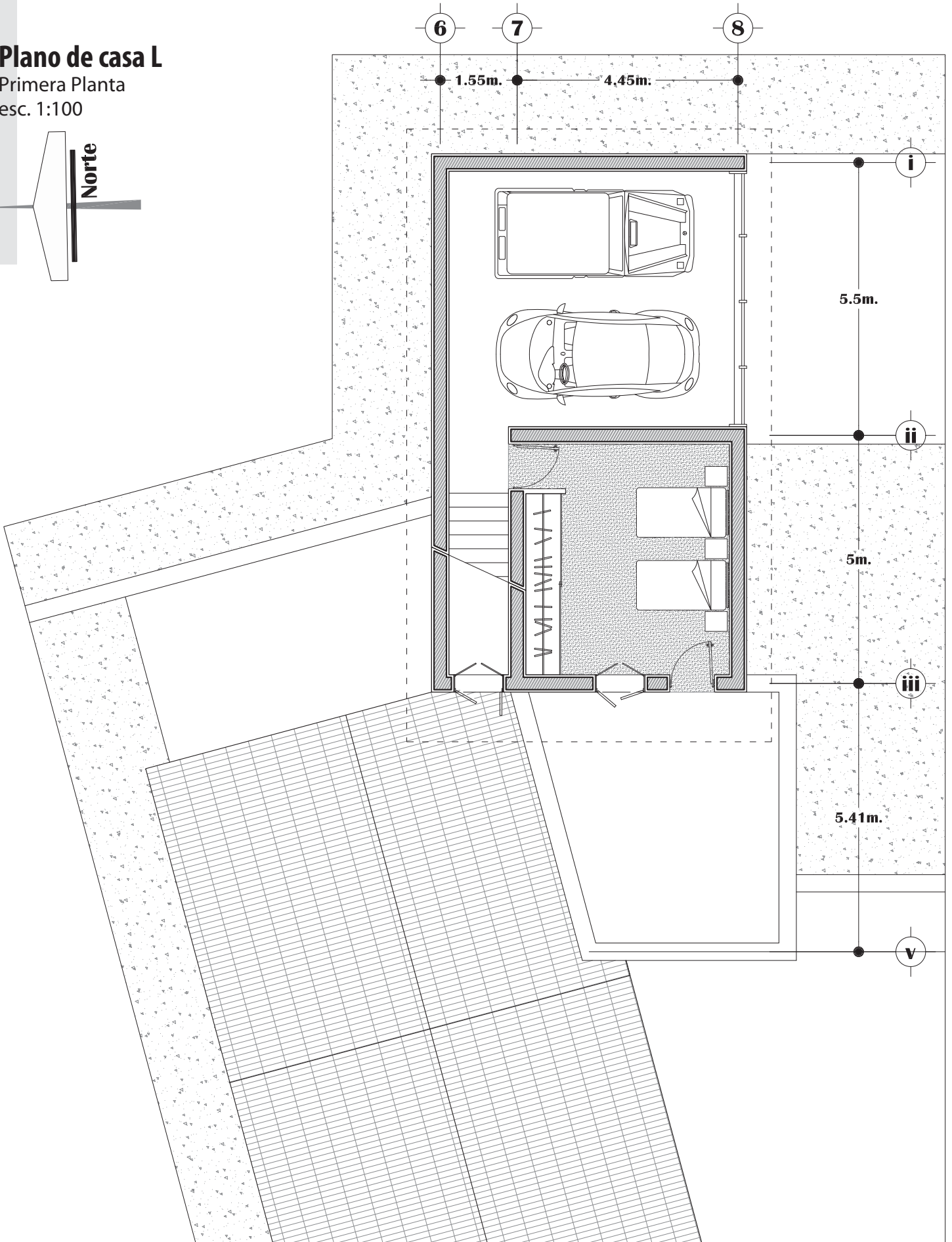


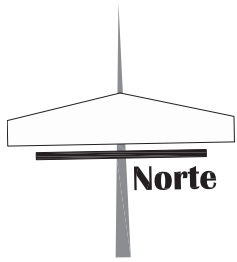
Plano de casa L

Primera Planta
esc. 1:100

Norte

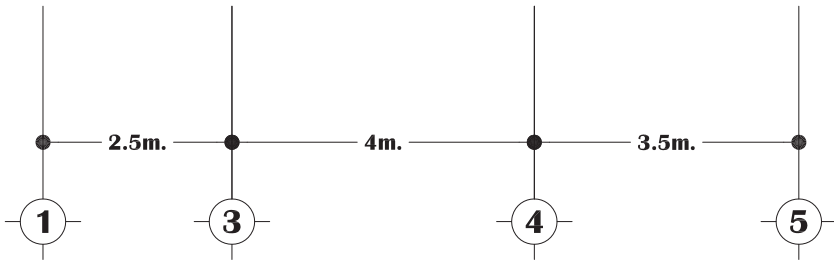
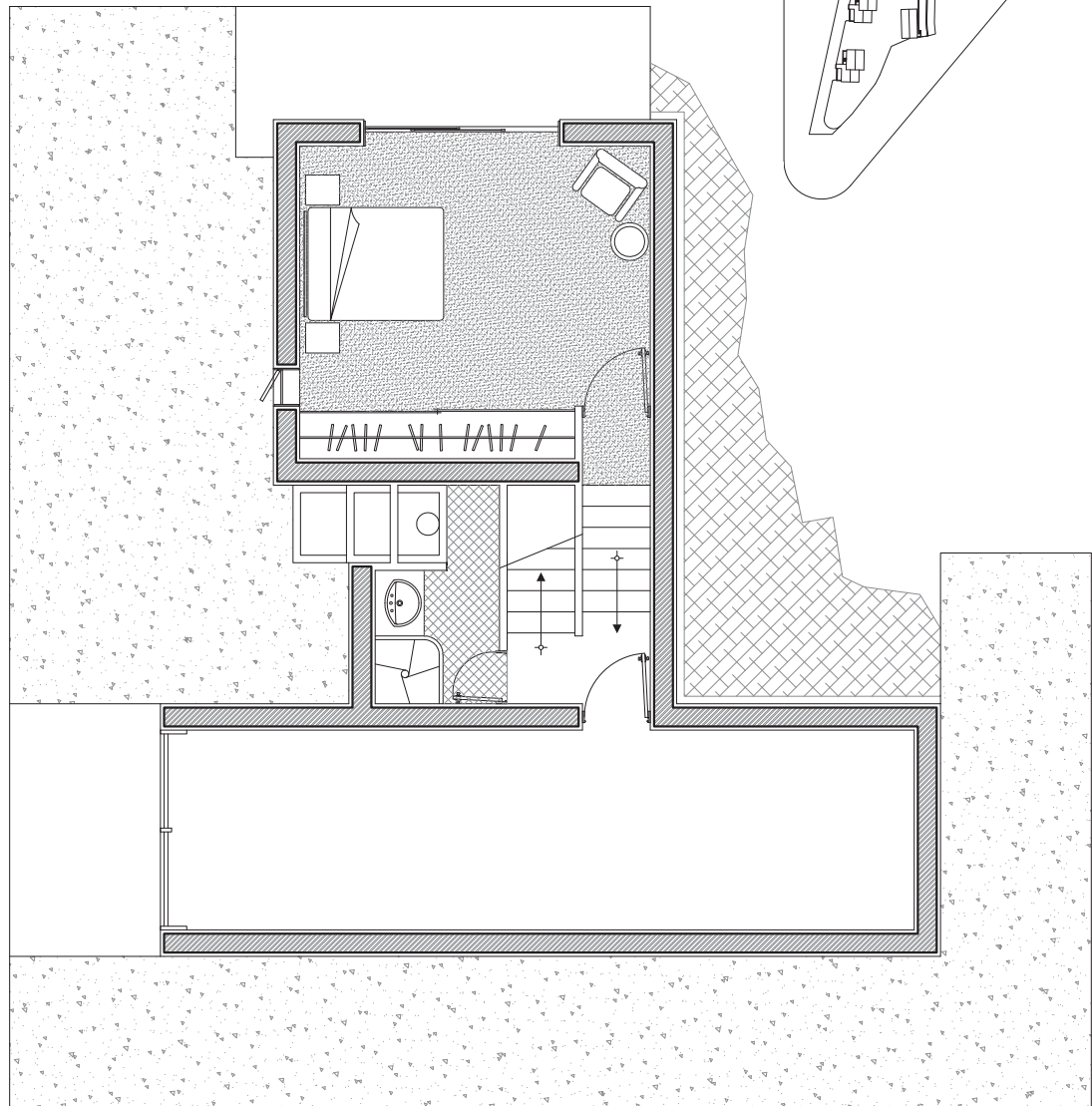
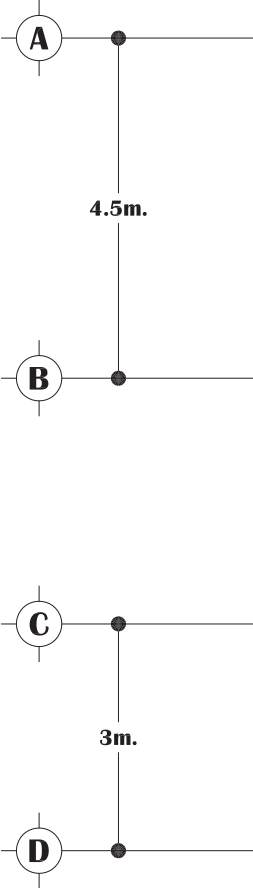
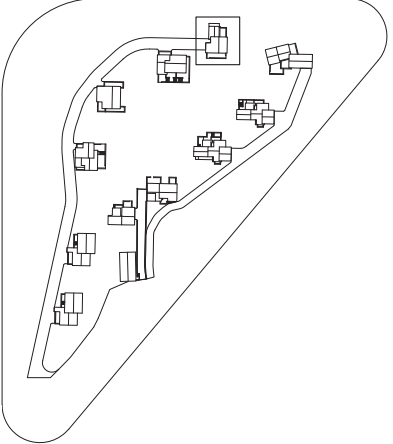
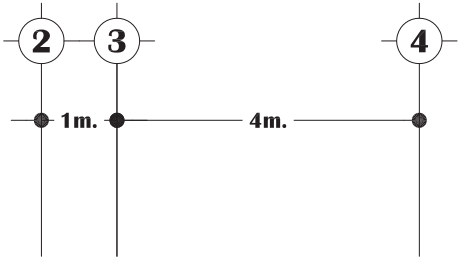
156





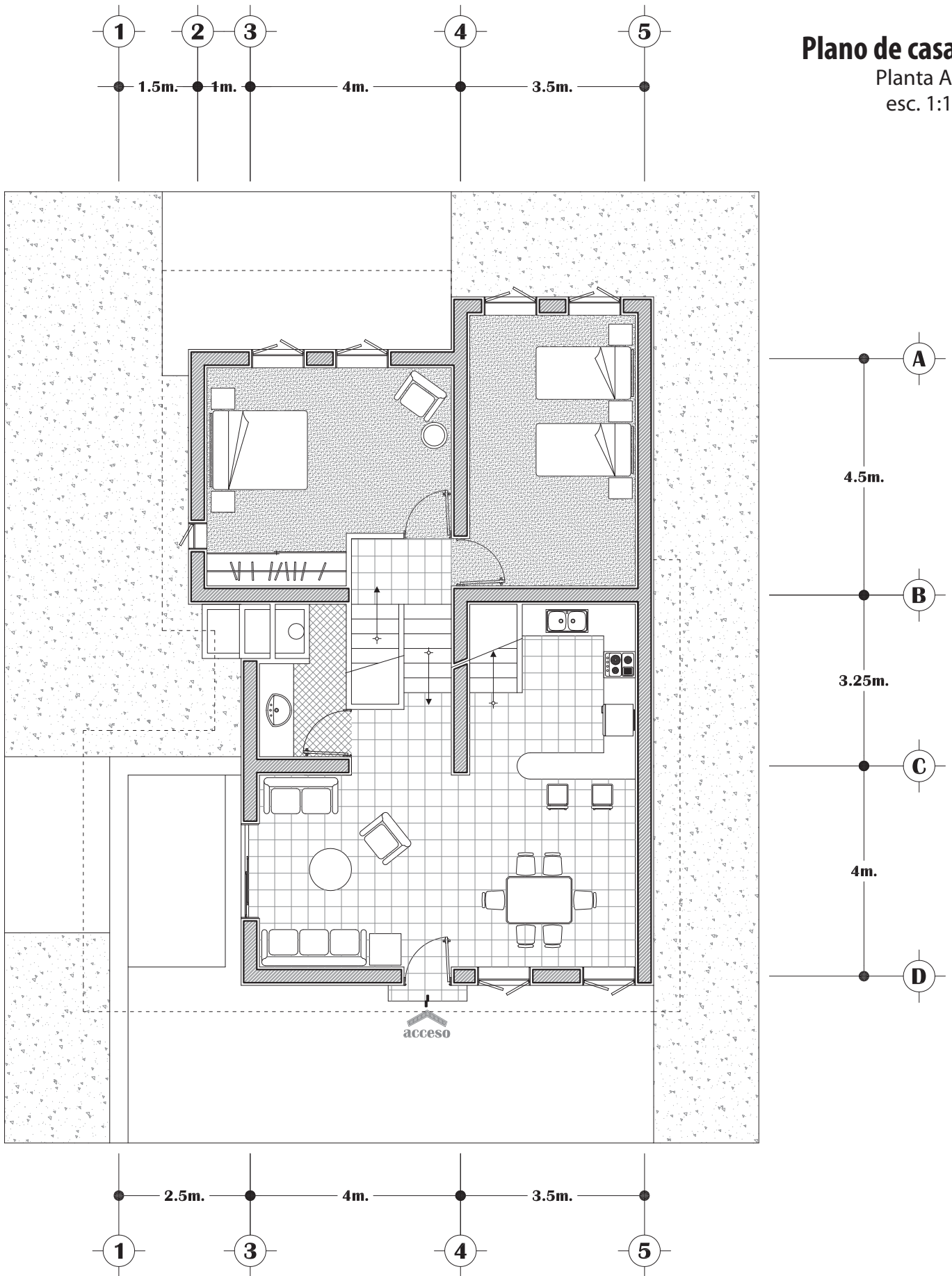
d. Planos de casa F, a Detalle

Arquitectónicos
Planta Baja
esc. 1:100



Plano de casa F

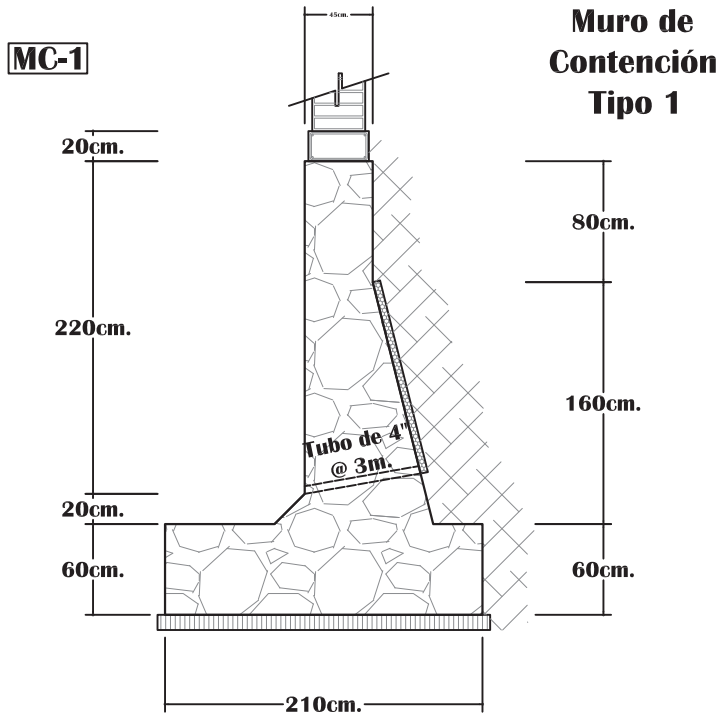
Planta Alta
esc. 1:100



Plano de cimentación

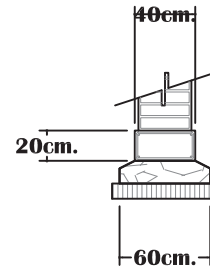
Tipos de cimientos
esc. 1:50

160



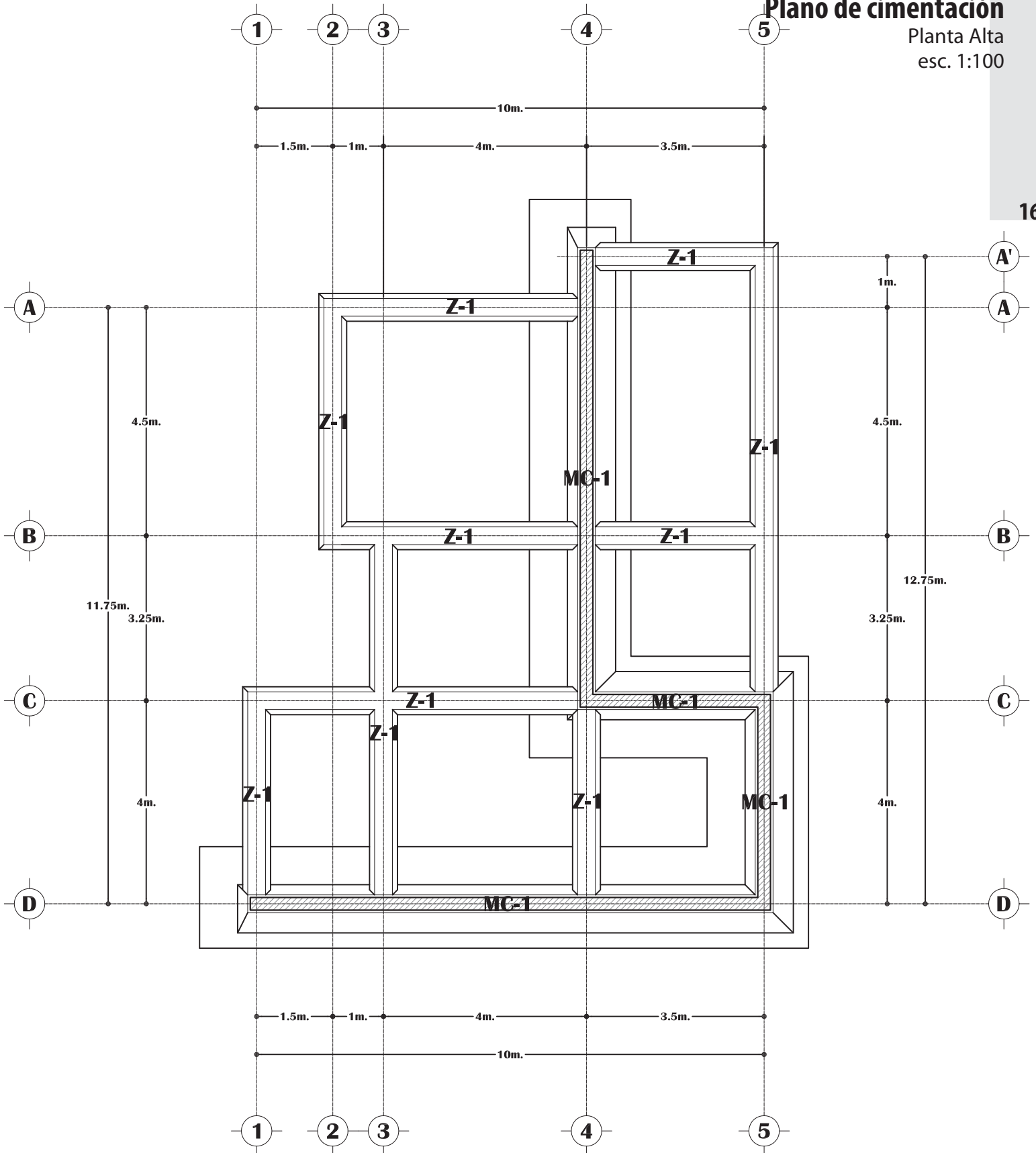
Z-1

Cimiento de Piedra Braza Tipo 1



Plano de cimentación

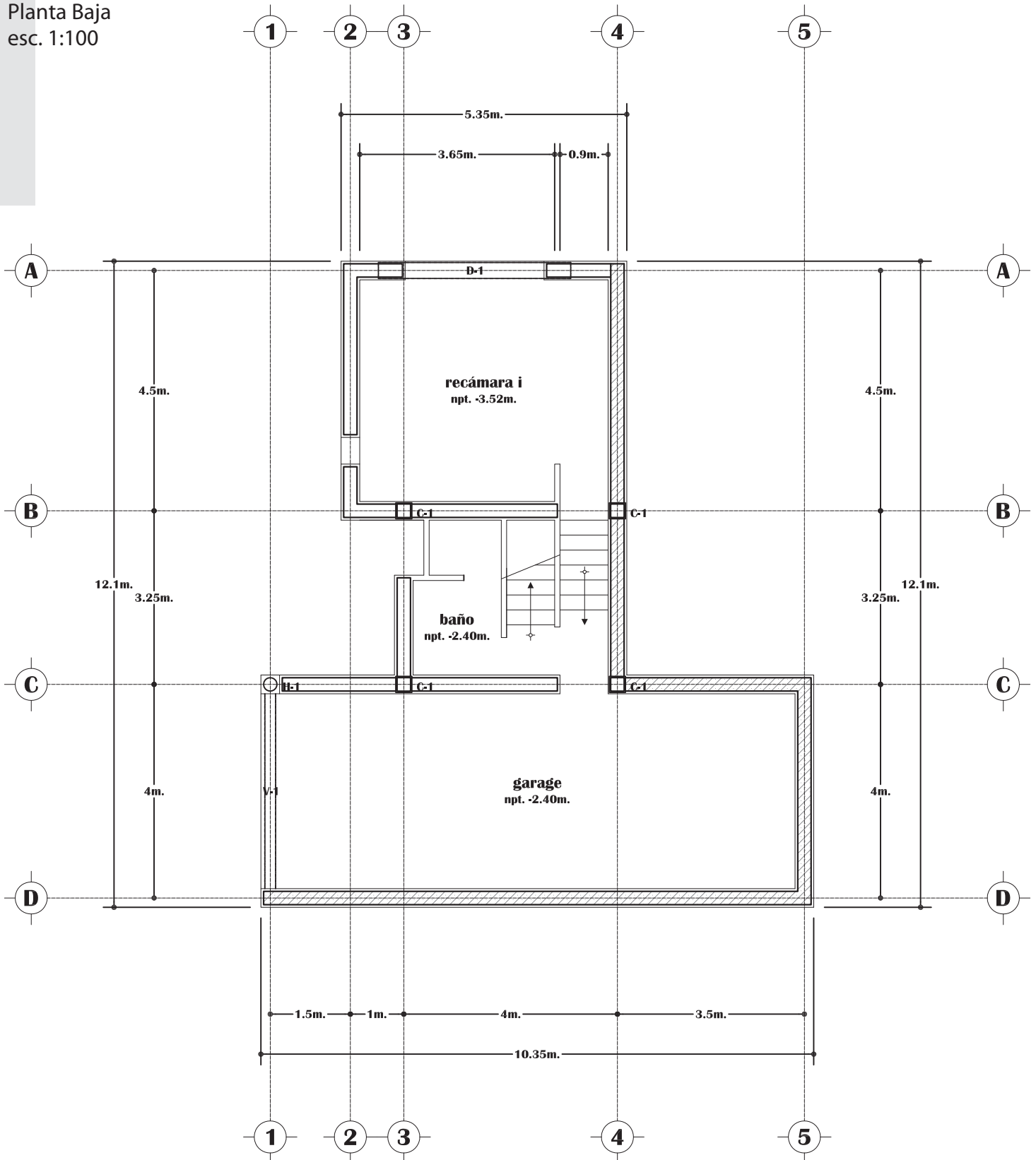
Planta Alta
esc. 1:100



Planos estructurales

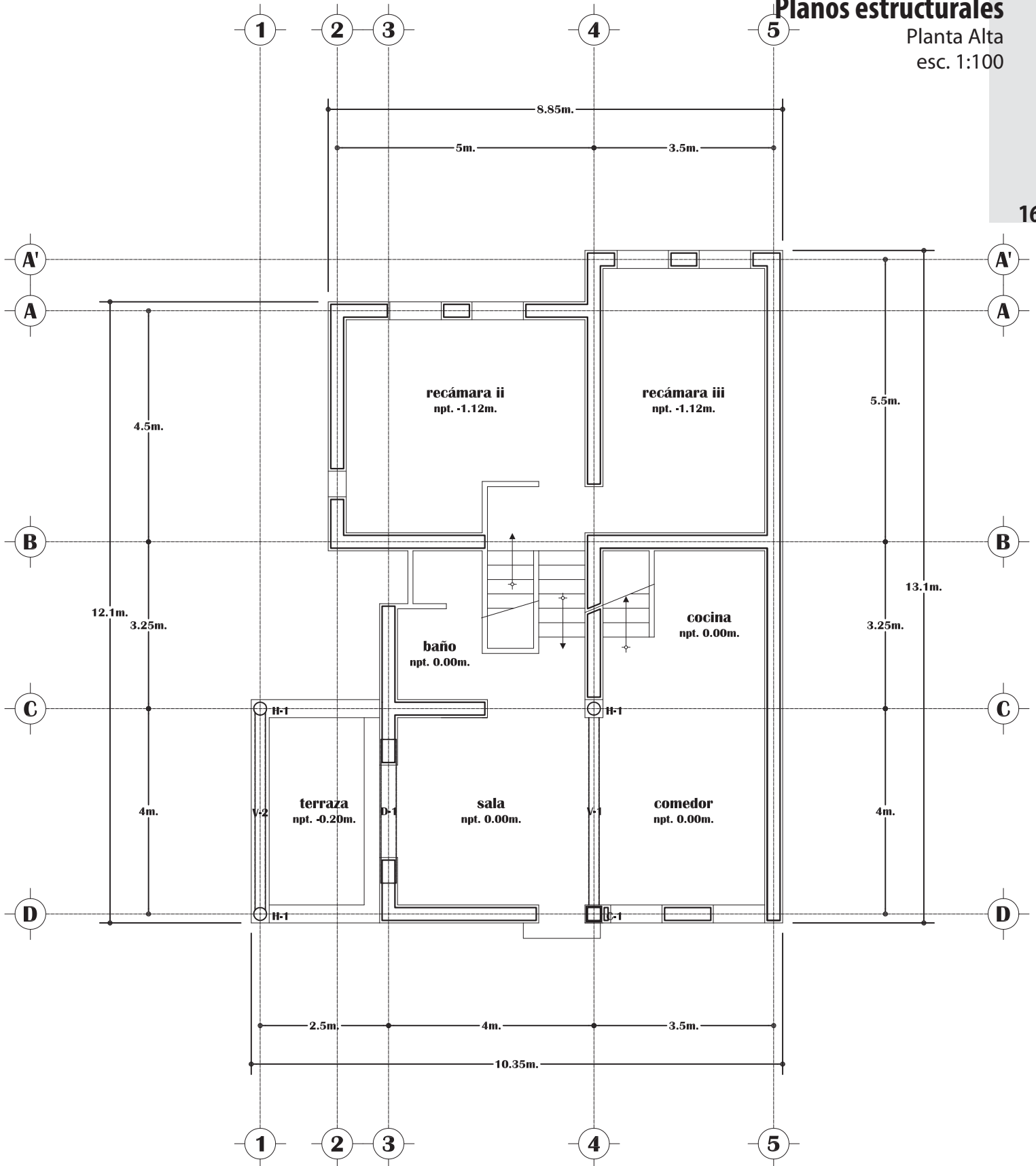
Planta Baja
esc. 1:100

162



Planos estructurales

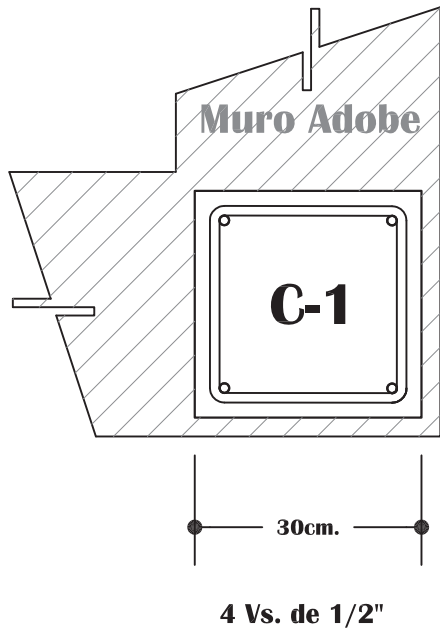
Planta Alta
esc. 1:100



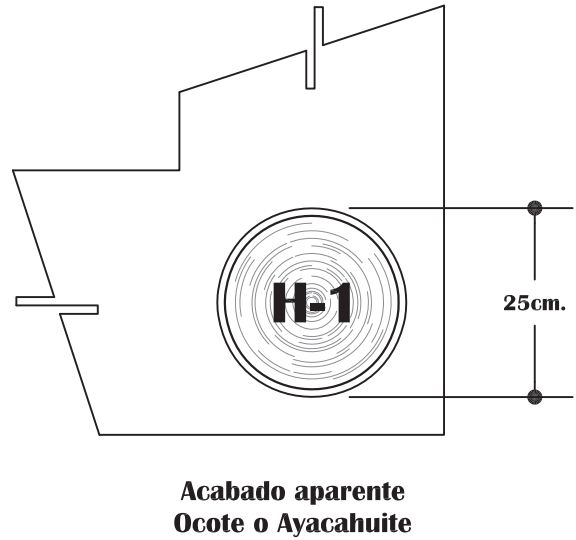
COLUMNA TIPO 1

Detalles estructurales

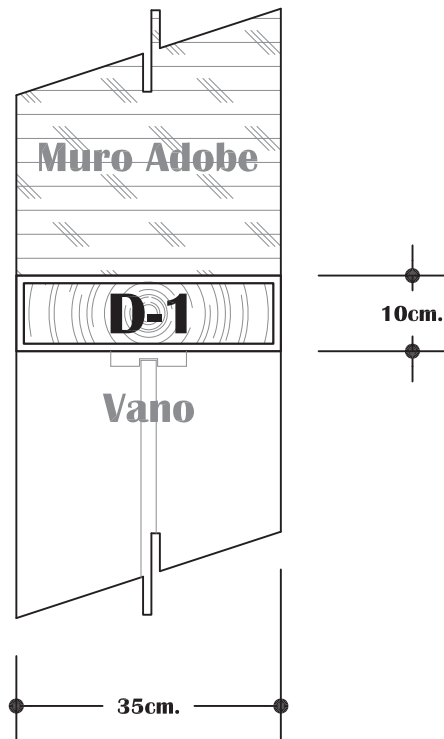
esc. 1:10



HORCÓN TIPO 1

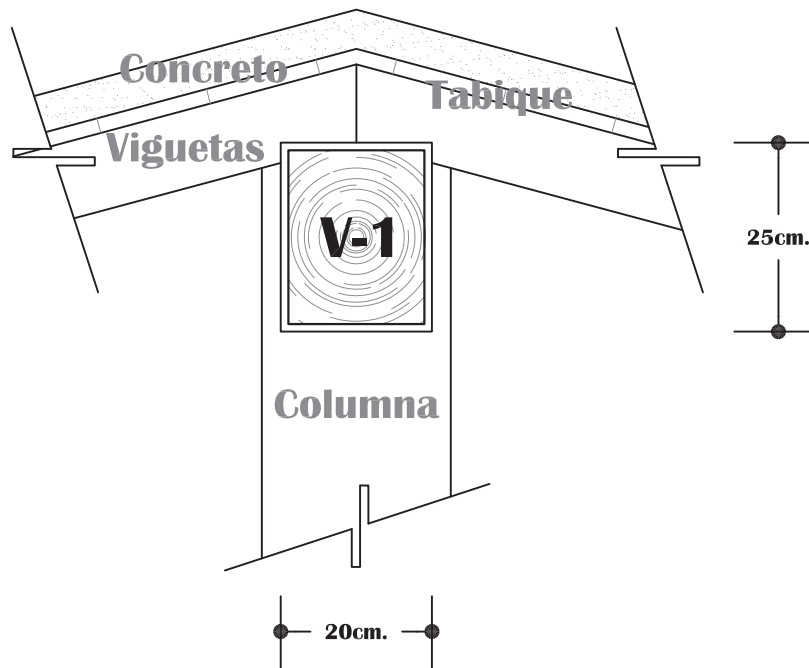
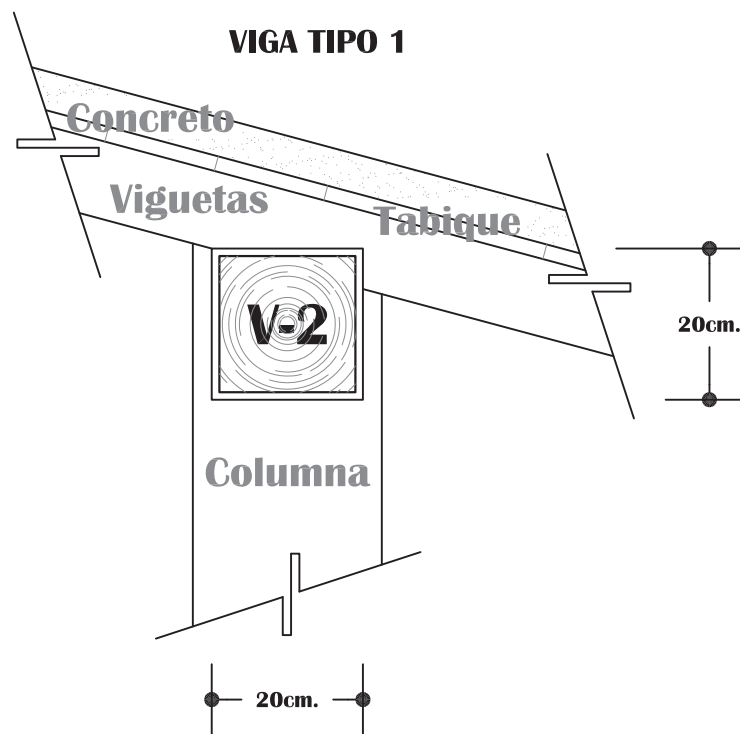


DINTEL DE MADERA 1 (Cuapanote)



Detalles estructurales

esc. 1:10

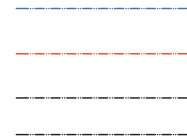
VIGA TIPO 1**VIGA TIPO 1**

Simbología de Planos

de Instalación Hidráulico-sanitaria

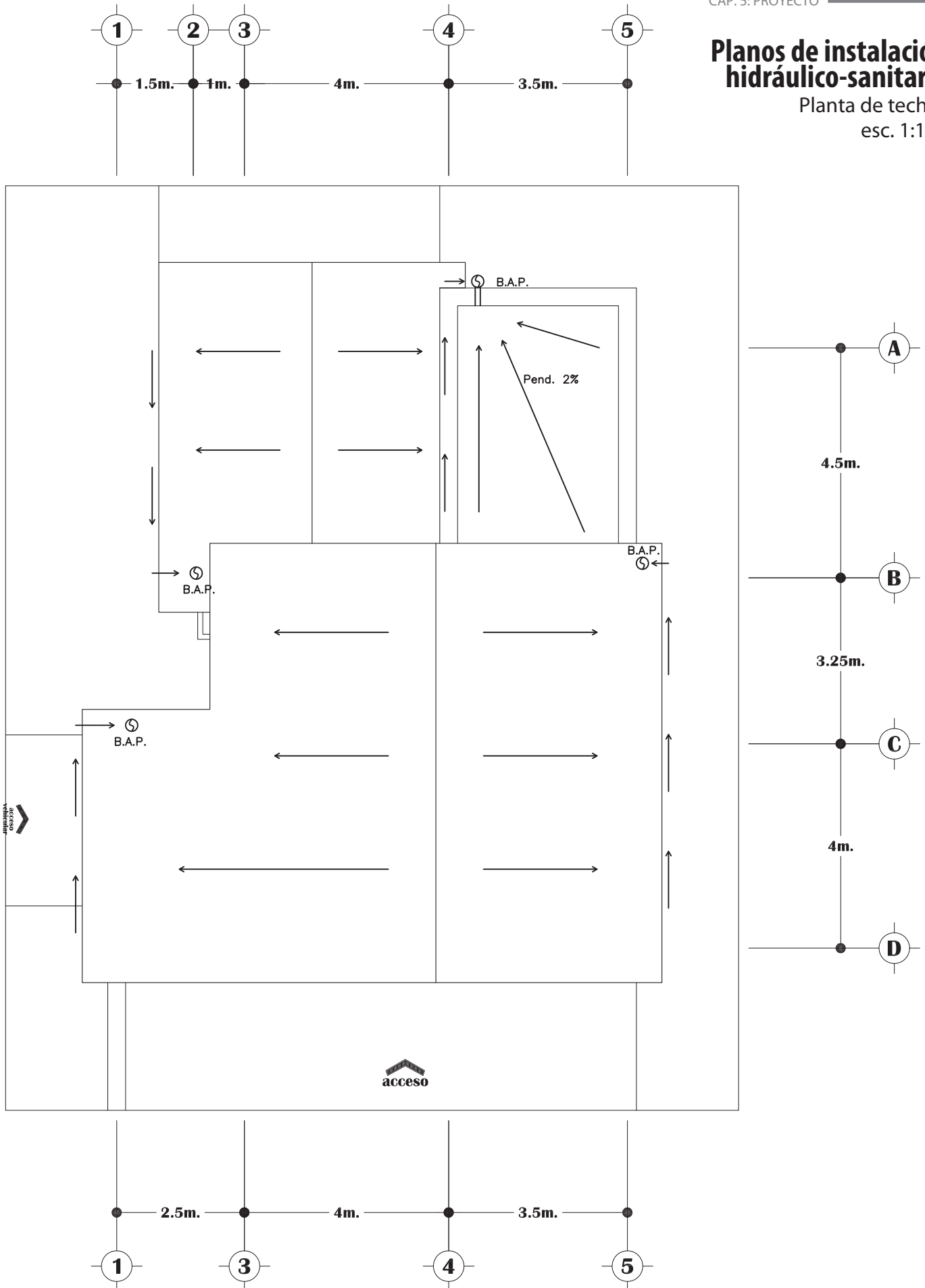
Simbología:

- Tubería de agua fría Cu**
- Tubería de agua caliente Cu**
- Tubería de aguas jabonosas PVC 2"**
- Tubería de agua pluvial**
- Medidor**
- Tuerca unión**
- Llave de compuerta**
- Llave de nariz**
- Codo de 90 hacia abajo**
- Codo de 90 hacia arriba**
- Coladera**
- Registro sanitario de 60x40**
- Registro con coladera**
- Filtro de arenas**
- Tanque de sedimentación**
- Trampa de grasas**
- Codo de 90**
- Conexión Tee**
- Bajada de aguas pluviales**
- Bajada de aguas jabonosas**
- Calentador solar de agua**



Plano de instalación hidráulico-sanitaria

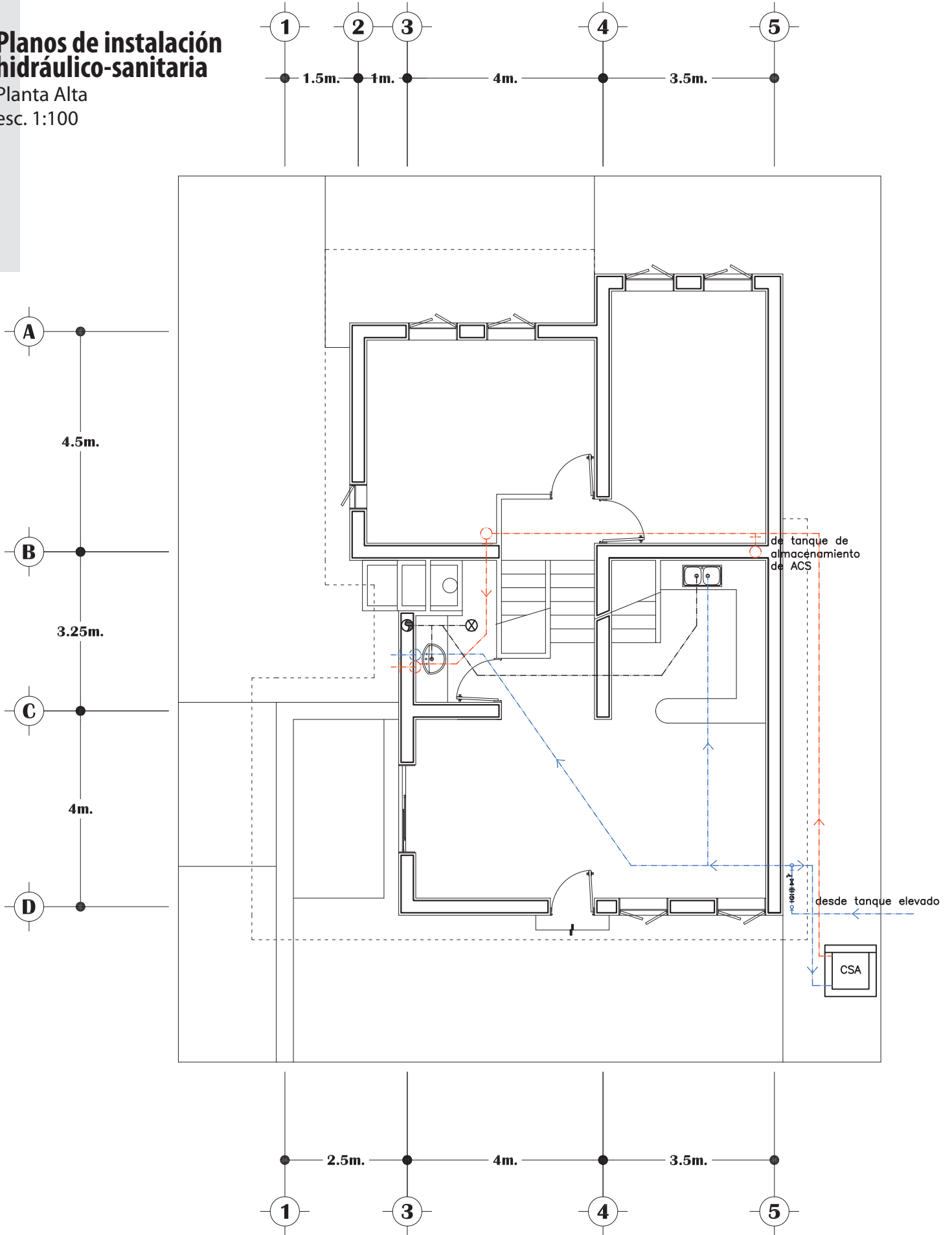
Planta de techos
esc. 1:100



Planos de instalación hidráulico-sanitaria

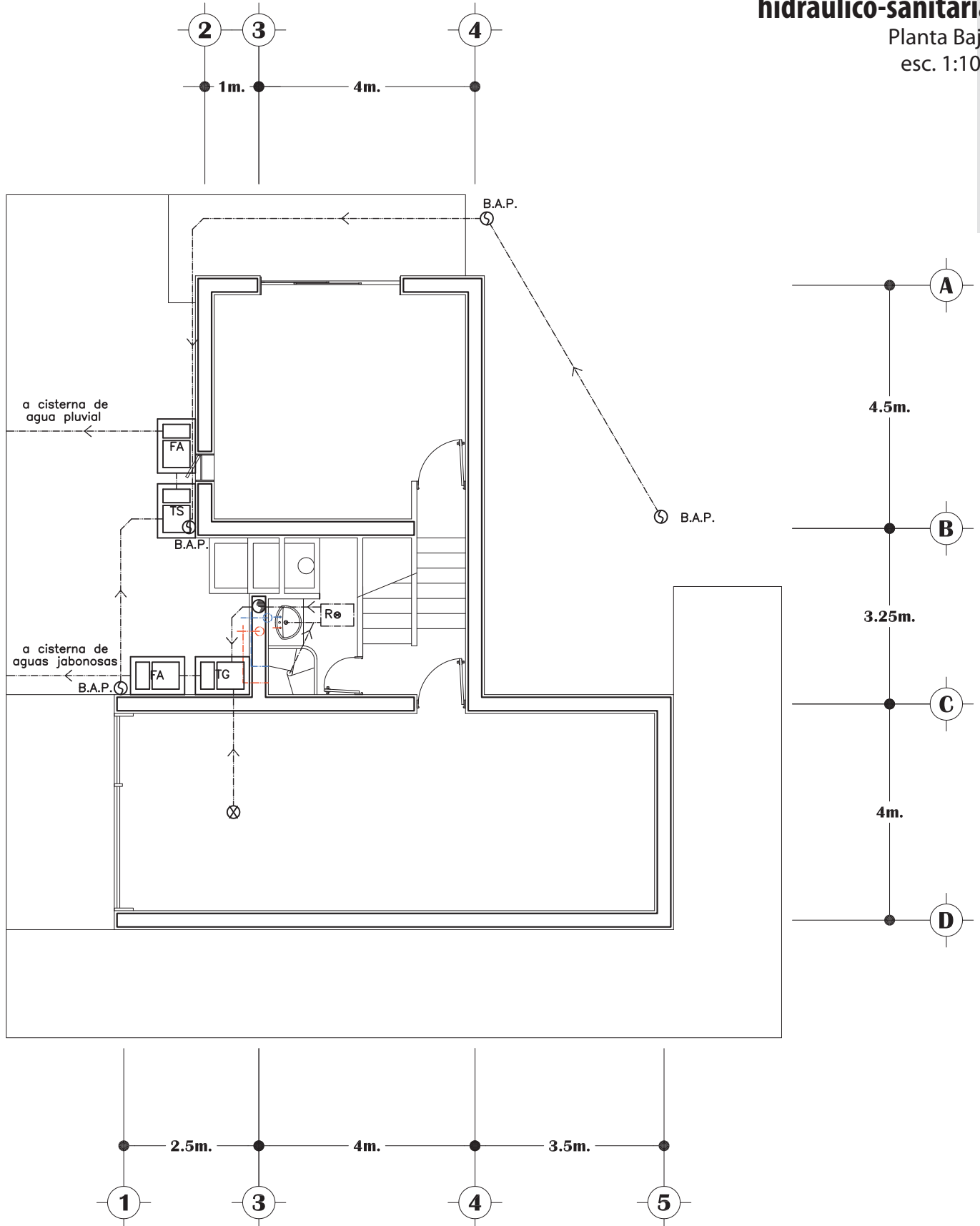
Planta Alta
esc. 1:100

168


















Plano de instalación hidráulico-sanitaria

Planta Baja
esc. 1:100



Simbología de Planos de Instalación Eléctrica

SIMBOLOGÍA

	medidor CFE
	Tablero para distribución de circuitos
	Interruptor de seguridad
	Luminaria fluorescente ahorradora de 13w
	Arbotante fluorescente interior compacta de 13w
	Arbotante fluorescente exterior compacta de 13w
	Luminaria empotrable
	Apagador sencillo
	Apagador de escalera
	Contacto doble
	Contacto doble Salida especial
	Subida de luz
	Tubería para canalización eléctrica por muro o losa
	Tubería para canalización eléctrica por piso
	Acometida CFE







ESPECIFICACIONES

- 1.- La tubería será de poliducto marca duralón o equivalente.
- 2.- Conductores THW, 600V, 90°C, mca. Condumex o equivalente.
- 3.- Centros de carga serán mca. SQD
- 4.- Interruptor termo-magnético será tipo enchufar mca. SQD o equivalente.
- 5.- Interruptor de seguridad será mca. SQD o equivalente.
- 6.- Los contactos serán de la marca bTicino o equivalente.
- 7.- Los apagadores serán marca bTicino o equivalente.

NOTAS GENERALES

- 1.- Se deberá dejar preparación con poliducto en losas y muros, así como cajas de registro y chalupas en losas y muros respectivamente.
- 2.- Las alturas de contactos serán de 40 cm sobre el nivel de piso terminado excepto en baños y cocina donde serán a 1.10 m.
- 3.- Las alturas de apagadores serán de 1.10 m sobre el nivel de piso terminado.
- 4.- No se deberán interconectar en centros de carga ni en otro punto posterior los conductores de neutro y de puesta a tierra.
- 5.- La protección contra falla a tierra en lavabos y tarjas se proveerá instalando en el centro de cargas un interruptor tipo QO-GF1 para proteger el circuito correspondiente.

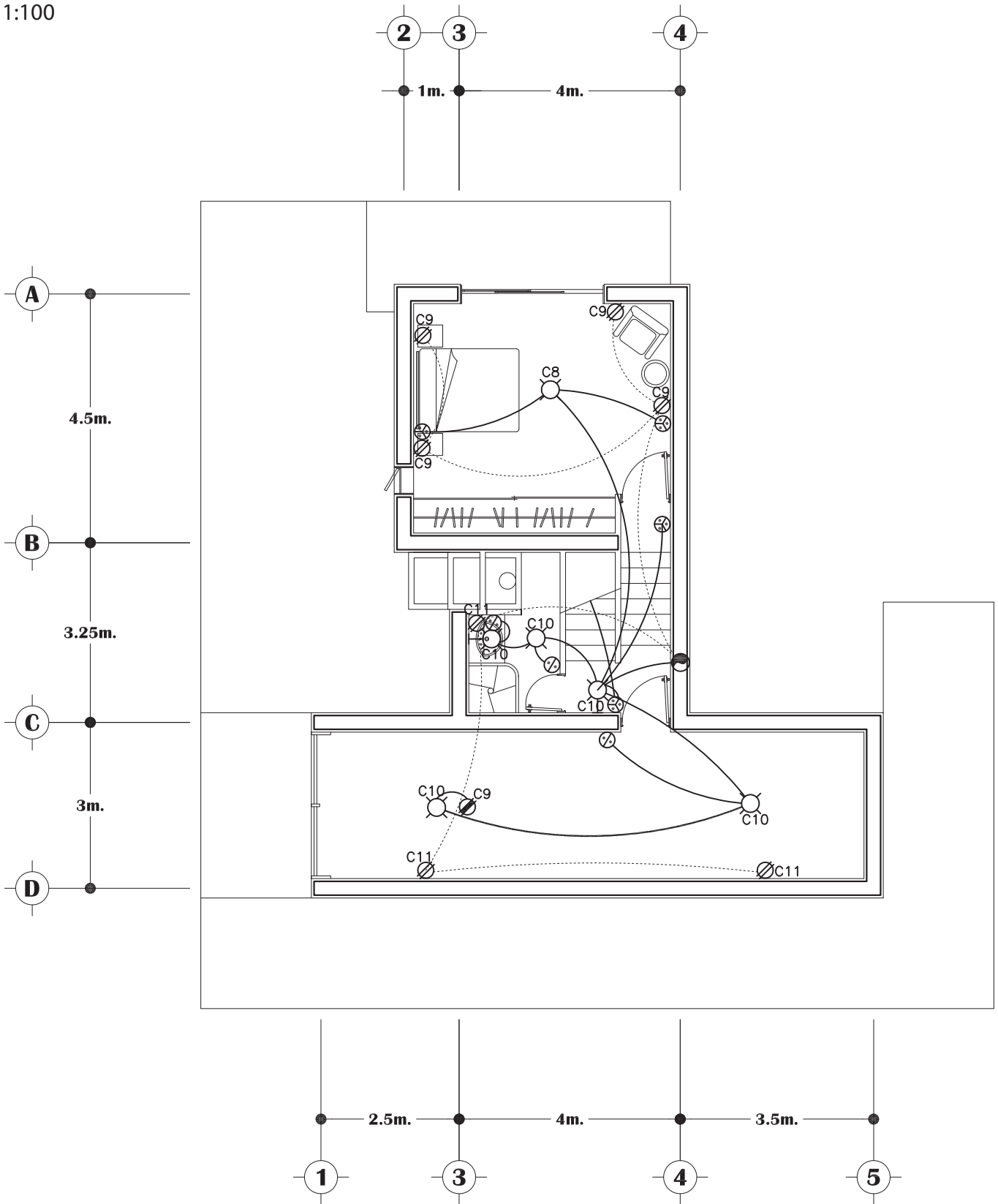
Cuadro de cargas

CIRC. N°.	 13W	 18W	 13W	 13W	 300W	 1500W	WATTS TOTALES	VOLTS	IN AMPERES	FASES		ITM
										A	B	
C1	6	2	1	2			153	127	5.66	153		1X15
C2					4		1200	127	9.44		1200	1X15
C3					4		1200	127	9.44	1200		1X15
C4						1	1500	127	11.81		1500	1X15
C5						1	1500	127	11.81	1500		1X15
C6	3		2				65	127	0.51		65	1X15
C7					3		900	127	7.08	900		1X15
C8					5		1500	127	11.81		1500	1X15
C9						1	1500	127	11.81	1500		1X15
C10	3		1				52	127	0.40		52	1X15
C11	3				3		900	127	7.08		900	1X15
TOTALES	15	2	4	2	15	3	5206	127	40.98	5253	5217	2X50

Planos de instalación eléctrica

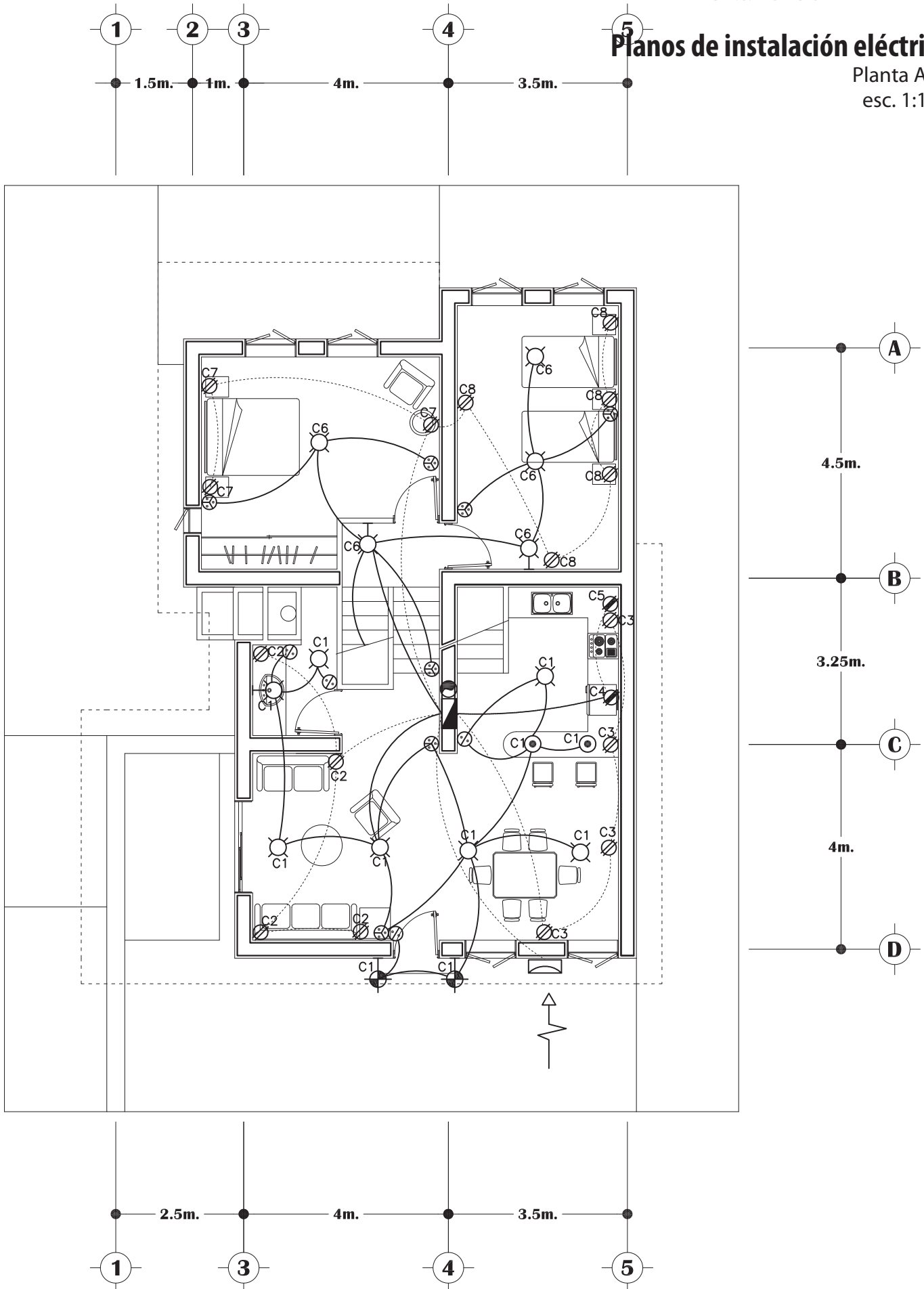
Planta Baja
esc. 1:100

172



Planos de instalación eléctrica

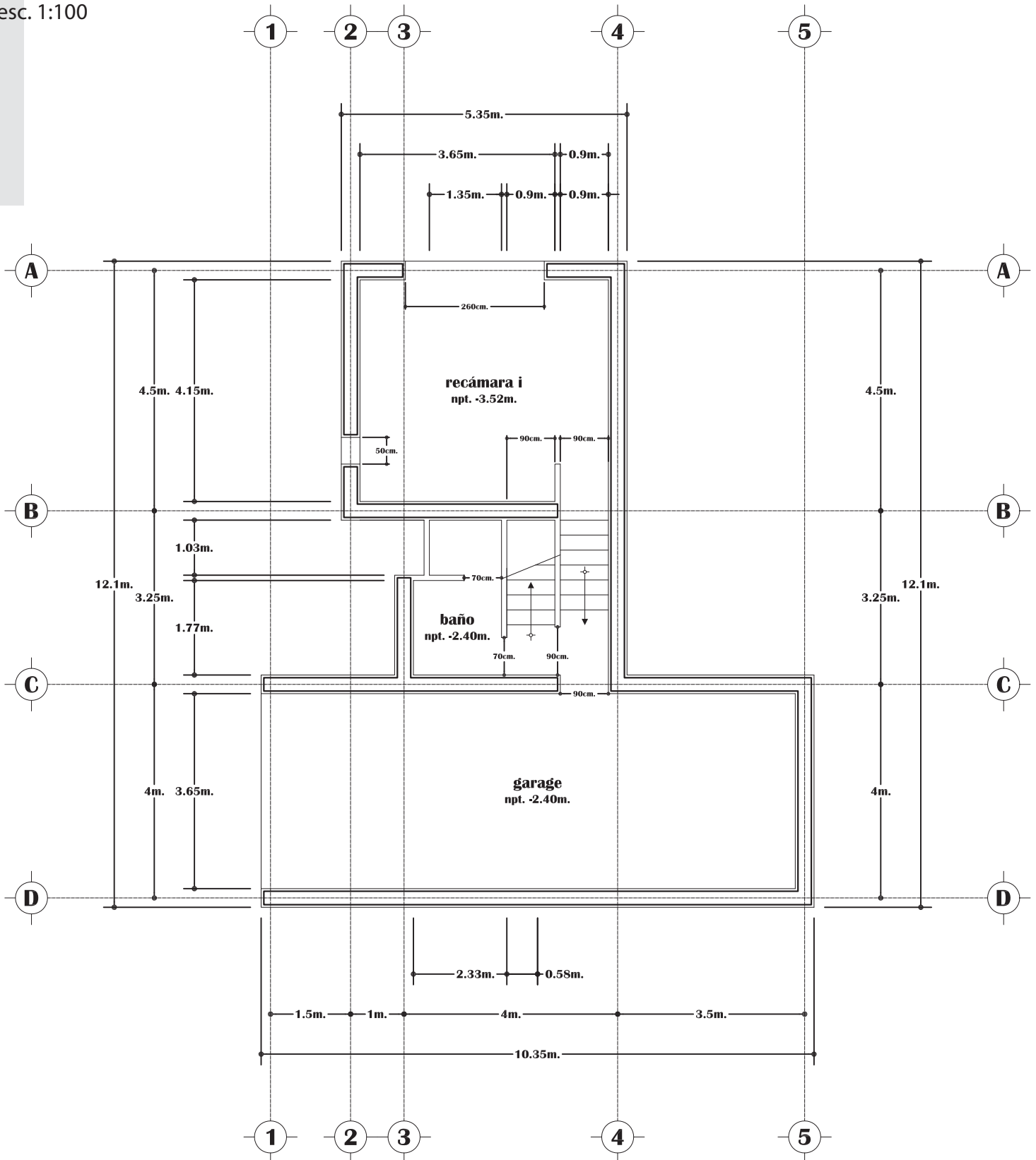
Planta Alta
esc. 1:100



Planos de albañilería

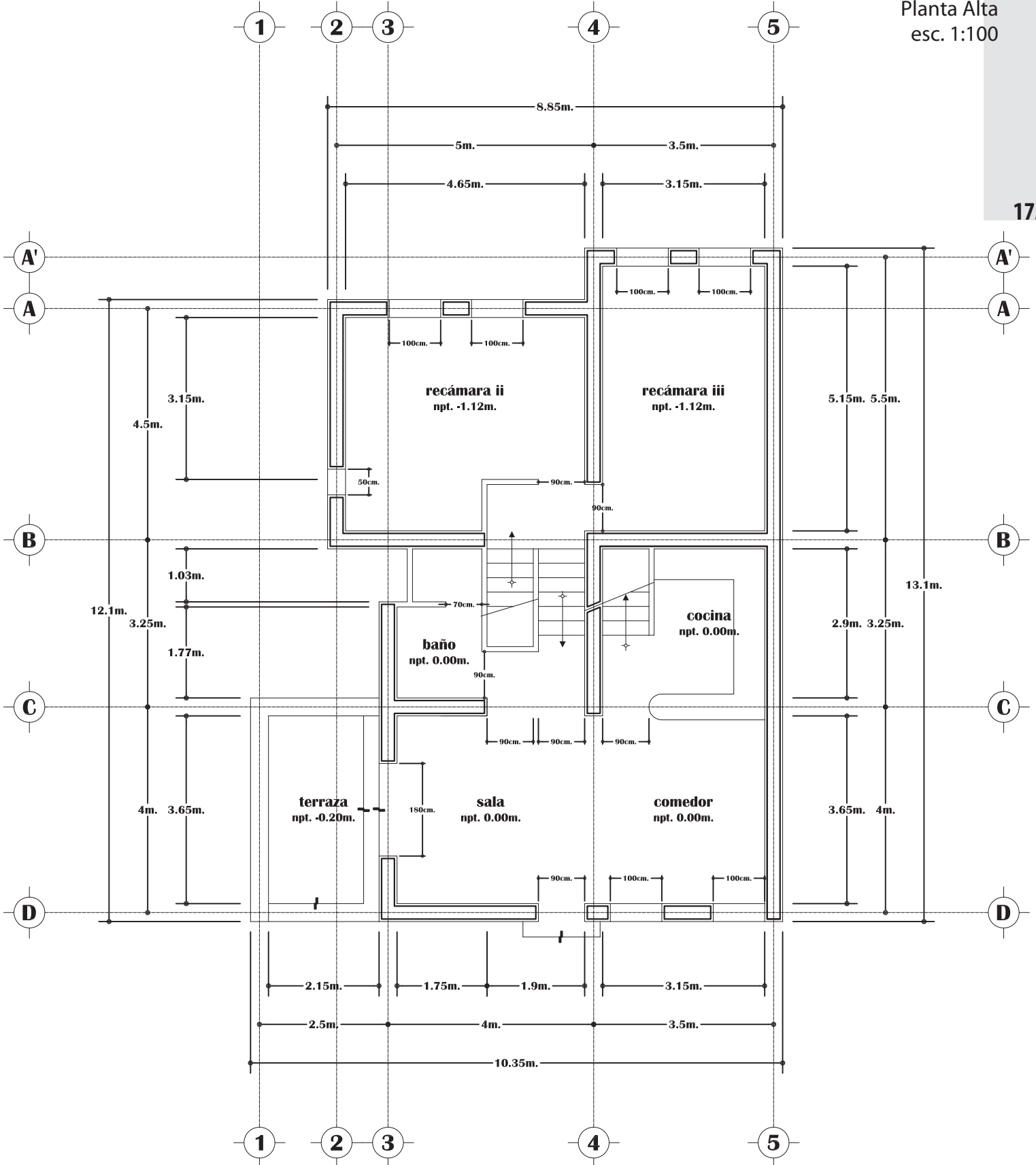
Planta Baja
esc. 1:100

174



Planos de albañilería

Planta Alta
esc. 1:100











taller: luis barragan

Conclusión

A lo largo de la carrera se nos muestran obras arquitectónicas que por su aporte social, por su contribución cultural, o por su innovador diseño, hicieron historia. Sin embargo, la originalidad, valentía y desafiantes acciones de estos hombres, muchos de nosotros la hemos malinterpretado; en el afán de tratar de ser el arquitecto más novedoso y emprendedor, hay ocasiones que se ha caído en los famosos caprichos de diseño y hasta en la soberbia.

Y es así, como se autodefine al arquitecto como un vendedor de productos arquitectónicos plásticos con nombre y apellido intrínsecos en fachada. La arquitectura se denigra de un arte impuro a un simple objeto de consumo, ¡es increíble que arquitectos le den publicidad a sus propios despachos en revistas y televisión! La misma obra es la que debe ser nuestro promotor.

Al decir esto, no quiero dar a entender que no se deba tener un estilo propio, ni de no procurar dar un sello característico a tus construcciones, aunque tampoco se debe caer en el otro extremo, donde el arquitecto no solo hace propaganda de su "identidad arquitectónica" sino que incluso desprestigia y lucha contra todos sus demás colegas para de esta forma establecer su superioridad.

Erróneamente, se presume al mejor arquitecto por ser el más desafiante a la estática, el que trata de romper los cánones de construcción, o el que logra hacer que su construcción salte más la vista del usuario. A mi forma de ver, el mejor arquitecto debería ser el más creativo para resolver los problemas que se presentan en el programa de diseño, el que utiliza en medida de lo lógico la menor cantidad de recursos y el que respeta al usuario, al contexto, al presupuesto y al ambiente. El principio de la arquitectura no es lucir, sino que la persona que lo habita, logre llevar a cabo sus actividades de la mejor calidad posible.

Otro grave vicio que los arquitectos hemos adquirido es importar resoluciones arquitectónicas de otros lugares. Me resulta ilógico que estilos, formas y procesos constructivos que se obtienen en países del norte u occidente, se sigan en México. Por citar ejemplos, el aislamiento del clima exterior, o la utilización de materiales que no tenemos localmente. Es preciso estudiar sus proyectos, pero tenemos sólo que tomar lo positivo. Tenemos que sintetizar lo útil en tecnología y diseño, mas no copiar.

Todo esto lo escribo para evidenciar el resultado de mi trabajo. Comunicar mi punto de vista y mi aporte a la arquitectura que tendrá que sufrir importantes cambios en un futuro muy próximo.

Ser regionalista, utilizar materiales exclusivos de la zona, por ejemplo el uso de la madera, teja, adobe y ladrillo en Chilpancingo.

Ser ayudado de la tecnología, como los capacitores de energía eólica y solar, que aunado a su captación de agua pluvial, el uso de baños secos que generan abono y la separación y tratado de aguas, lo podrían llegar a hacer una arquitectura completamente sustentable. Tener otros factores estudiados, como el asoleamiento y la ventilación natural, así como un diseño funcional y formal lógicos.

Además de las ya citadas, las ventajas con el uso del adobe y de la teja es alto índice para aislar el sonido y el calor. Además, la construcción de piezas de adobe, al ser hechos en obra, resulta más barato, aunque necesita más mano de obra. Es por eso que es muy común que la misma gente forme grupos de trabajo; no les importa trabajar más, con tal de ahorrar un poco de dinero.

Por el contrario, las desventajas son que este tipo de arquitectura no es tan duradera, ya que con el paso del tiempo, la teja tiende a romperse y el adobe a erosionarse, y la utilización de madera es un incentivo para la deforestación.

A pesar de las pasadas desventajas, me parece más inteligente y útil, gastar recursos económicos para no afectar recursos naturales y no construir un "edificio inteligente" que te mantiene una temperatura constante de 21° todo el año, con sensores de luz, calor y humedad, con cubiertas retráctiles o fachadas móviles, con aire acondicionado y luces eficientes, con escalas inhumanas e inmensos vanos, consumir grandes cantidades de recursos y devolver al ambiente grandes cantidades de toxinas. Y lo hacen llamar "inteligente" porque se pretende satisfacer las necesidades de los usuarios sólo con tecnología y no se ponen a razonar en lo que realmente hace a un edificio inteligente, o ¿acaso el Partenón, es estúpido?

- Berenice Aguilar Prieto.
Construir con adobe: fundamentos, reparación de daños y diseño contemporáneo, Edit. Trillas.
- Raúl Vélez Calvo.
Toponimia indígena de Guerrero, el significado de los nombres de los pueblos, Inédito.
- Asociación de Historiadores de Guerrero, A. C.
Historia de Chilpancingo.
- SEDUE- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
Ecotécnicas en la vivienda rural.
- SEDUE- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
Comunidad rural autosuficiente.
- SEDUE- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
Cartilla para la reconstrucción de la vivienda de adobe.
- SEDUE- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
Cartilla para la autoconstrucción de una vivienda de bajareque.
- SEDUE- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
Cartilla para la autoconstrucción del sanitario seco BASON.
- CONAFOVI- Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda.
Guía Conafovi- Uso eficiente del agua en conjuntos habitacionales.
Liga: http://www.conafovi.gob.mx/politica/guia_agua_final.pdf
- UNATSABAR- Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural.
Guía de diseño para captación del agua de lluvia.
Liga: <http://www.maslibertad.com/huerto/AguaLluvia.pdf>
- Energy Group S. A.
Calentador solar.
<http://energygroup.cl/portal/productos.php>
- <http://www.inegi.org.mx/>
- <http://www.rae.es/>
- <http://smn.cna.gob.mx/>
- <http://www.wikipedia.com/>
- <http://www.bing.com/>