



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“VIVIENDA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y AUTO SUSTENTABLE EN UNA
COMUNIDAD RURAL, REUBICADA DEBIDO A UNA OBRA DE GRAN
INFRAESTRUCTURA”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

PRESENTA

LUIS CARLOS DELGADO FERNÁNDEZ

ASESOR DE TESIS

M.I. OSCAR E. MARTÍNEZ JURADO



MÉXICO D.F.

2008



Índice

Introducción

Capítulo 1. Generalidades	1
1.1 Descripción del proyecto	1
1.2 Vivienda ecológica	1
1.3 Vivienda auto sustentable	3
1.3.1 Sustentabilidad ambiental	4
1.3.2 Sustentabilidad económica	4
1.3.3 Sustentabilidad social	5
1.4 Diseño de una vivienda ecológica	5
1.4.1 Forma de la casa	5
1.4.2 Orientación de la casa según la zona	6
1.4.3 Selección del sitio para nueva zona de casa en relación a los vientos dominantes	7
1.4.4 Clima	9
1.4.5 Orientación de los cuartos	10
1.4.6 Producción de calor	14
1.5 Materiales de construcción	16
Capítulo 2. Proceso constructivo para la vivienda	22
2.1 Trazo, abertura y consolidación de cepas	22
2.2 Cimientos	23
2.3 Pisos	24
2.3.1 Piso de cemento	24
2.3.2 Pisos de tierra cemento	24
2.3.3 Pisos de tierra-cemento con piedra bola	25
2.3.4 Pisos de ladrillo	25
2.3.5 Pisos de losas de piedra	26
2.4 Muros	27
2.5 Columnas	30
2.5.1 Columnas de piedra	31
2.5.2 Columnas de ladrillos	31
2.5.3 Castillos de concreto	32
2.6 Techos	32
2.6.1 Techumbre de palma o zacate	33
2.6.2 Techumbre con tejas de barro	33
2.6.3 Techumbre de tierra	34
2.6.4 Techumbre de tierra cemento	34
2.6.5 Techumbre de ladrillo	35
2.6.6 Losas de concreto	35



Capítulo 3. Agua	37
3.1 Captación de agua pluvial	37
3.1.1 Superficie de captación	38
3.1.2 Los canales y bajadas de agua	39
3.1.3 Primer separador a chorro de agua	40
3.1.4 Tanque de almacenaje	40
3.1.5 Eficacia del sistema	41
3.2 Conducción del agua	42
3.2.1 Bomba de pedal	43
3.3 Potabilización	44
3.3.1 Sistema de recolección propio	45
3.3.2 Estándares de calidad del agua	46
Capítulo 4. Energía	51
4.1 Fuentes de energía	51
4.1.1 Energía solar	51
4.1.2 Energía eólica	52
4.1.3 Energía geotérmica	53
4.1.4 Energía hidráulica	54
4.1.5 Energía nuclear	54
4.1.6 Energía maremotriz	55
4.2 Energía producida por la radiación solar	55
4.2.1 Célula solar fotovoltaica	57
4.2.2 Accesorios para una instalación fotovoltaica	59
4.2.3 Energía eléctrica solar para bombeo hidráulico	61
4.3 Energía eólica	62
4.3.1 Comparación entre aeroturbinas lentas y rápidas	64
4.3.2 Dispositivos de orientación	67
4.3.3 Instalación de hidrobombeo para almacenamiento en embalses de superficie y generación de energía eléctrica.	69
4.3.4 Aprovechamiento de las turbinas eólicas	70
4.3.5 Almacenamiento de energía	75
4.3.6 Futuro de la energía eólica	76
4.4 Energía eólico-solar	77
Capítulo 5. Desechos	78
5.1 Clasificación de desechos	78
5.1.1 Los desechos en el medio ambiente y su saneamiento	78
5.1.2 Los problemas de contaminación	80
5.1.3 Control de contaminación	81
5.1.4 Métodos para confinamiento y tratamiento de desechos	81
5.2 Métodos de eliminación para aguas servidas	84
5.2.1 Letrinas sanitarias	84
5.2.2 Fosas sépticas	100
5.2.3 Sanitario ecológico seco	115



5.3	Métodos de eliminación para basuras	124
5.3.1	Almacenamiento doméstico	124
5.3.2	Métodos de eliminación	125
5.3.3	Tratamiento	126
5.3.4	Incinerador	127
5.3.5	Quemador doméstico para basuras	128
5.3.6	Eliminación por enterramiento cubierto	128
5.3.7	Eliminación por enterramiento a cielo abierto	132
Capítulo 6. Ejemplo de vivienda ecológica económica y auto sustentable en una comunidad rural		133
6.1	Construcción de la vivienda	133
6.1.1	Cimentación	134
6.1.2	Pisos	134
6.1.3	Muros	135
6.1.4	Columnas	136
6.1.5	Techos	136
6.2	Agua para la vivienda ecológica, económica y auto sustentable.	137
6.2.1	Captación de agua	137
6.2.2	Conducción del agua	138
6.2.3	Potabilización del agua	139
6.4	Energía de la vivienda ecológica, económica y auto sustentable.	142
6.5	Manejo de desechos para la vivienda económica, ecológica y auto sustentable	145
6.5.1	Manejo de aguas servidas	145
6.5.2	Manejo de basuras	146
Capítulo 7. Conclusiones		149
Bibliografía		151



Introducción

La conservación de los recursos naturales, la correcta utilización de las actuales fuentes de energía primaria, y la búsqueda de fuentes alternas son los objetivos principales para llevar a cabo un proyecto de casa ecológica. Dentro de la casa ecológica se busca la obtención de una fuente de energía que sea beneficiosa al ambiente, que no sea dañina al ser humano y que estuviese disponible para cualquier persona, sin dejar a un lado los componentes de interacción de la naturaleza con el ser humano.

También se pretende que esta solución de vivienda fomente el trabajo colectivo de las personas que formarán parte de la comunidad.

Es importante considerar que se requiere de la participación de toda la comunidad para que se creen organizaciones cooperativas, para que estos mismos grupos sean auto sostenibles, que se fomente la conciencia ecológica entre los miembros, una cultura del reciclaje, uso de energías renovables (solar y eólica), así como el cuidado y regeneración de la vegetación.

Dentro del proyecto de casa ecológica se busca consolidar una fórmula para adquirir vivienda de una manera sencilla, utilizando el esfuerzo y trabajo de los miembros de la comunidad y una vez construida resolver el problema que supone el alto costo de los servicios urbanos, mediante el empleo de energías renovables, el tratamiento y reutilización de aguas residuales, consiguiendo rebajar los costos de estos servicios.

Mediante estas recomendaciones se puede mejorar la vida de la comunidad donde se lleve a cabo el proyecto de casas ecológicas. Se fomenta el sentimiento de



solidaridad y altruismo, y las relaciones entre los habitantes de las comunidades se mejoran.

Para desarrollar el proyecto, es esencial contar con el estudio y la planificación como parte significativa del mismo. Con respecto a los técnicos, es necesario reunir un grupo de profesionales calificados y especializados que analicen las condiciones y la viabilidad del programa y de los beneficios ecológicos y sociales. El éxito del proyecto depende en gran medida de la capacidad de trabajo y determinación de los integrantes.

También es necesario desarrollar un trabajo común, dejar claro el tipo de programa que se pretende impulsar y por ello, evitar los obstáculos para el desarrollo de las correspondientes actividades.

Cabe señalar que el objeto de este proyecto no es el de construir una vivienda ecológica para fines comerciales y más bien debe entenderse como parte de una labor social que se tendría con una comunidad rural para que logren su desarrollo sin necesidad de laboriosas y costosas instalaciones, también se entiende que este proyecto de vivienda ecológica al no tener fines lucrativos se planea para ayudar a las comunidades que muchas veces se ven afectadas por algunos proyectos de gran infraestructura y que por lo regular no son atendidos adecuadamente, sobre todo en lo referente a la reubicación y al mantenimiento, al cual se le debe de dar un seguimiento documentado.

En cuanto al contenido de este trabajo se plasman las ideas principales así como el proceso constructivo que se pretende seguir para la construcción de estas viviendas, quedando organizado de la siguiente manera.

En el capítulo 1 el principal tema es de cómo se debe planear la construcción de la vivienda, de la importancia de su localización y orientación, así como de los materiales a utilizarse.



En el capítulo 2 se presenta el proceso constructivo de la vivienda, es decir, de todos los elementos ingenieriles que debemos seguir para levantar la estructura principal.

En el capítulo 3 queda plasmado el tema de cómo se puede usar el recurso del agua de lluvia para aprovecharla, captarla, conducirla y potabilizarla hasta cierto nivel.

En el capítulo 4 se trata el tema de la energía, la tecnología existente para aprovechar la energía tanto solar como eólica y cuales son las ventajas y desventajas de cada una de ellas, en el caso de la vivienda en una comunidad rural.

En el capítulo 5 se tratará el tema de los desechos en general, es decir, tanto sólidos como líquidos, se propone el cómo recolectarlos y sobre todo de darle el seguimiento para tratarlos.

En el capítulo 6 se da la propuesta para la realización de la vivienda económica, ecológica y auto sustentable de cada uno de los temas que se presentan en los capítulos anteriores.

Finalmente se presentan las conclusiones donde se reflejan las ventajas con las que se cuenta si se construye una vivienda ecológica, así como sus desventajas.



Capítulo 1. Generalidades

En este capítulo se definen los conceptos generales en lo que se refiere a una vivienda ecológica, así como la razón por la cual se requiere de una correcta planeación desde el inicio del proyecto.

1.1 Descripción del proyecto

Debido a la realización de obras de gran infraestructura, como presas, carreteras, parques industriales, centrales eléctricas de todo tipo, etc., algunas comunidades deben ser reubicadas y casi nunca son planeados estos procesos dentro de la elaboración de un proyecto, nace la idea de realizar una vivienda pensando únicamente en las necesidades de las personas que habitarán en ella y no en un fin de negocio sino más bien como una solución en general, donde el beneficio sea tanto para las comunidades a ser reubicadas, como para la empresa que realizará el proyecto de gran infraestructura.

También se tiene que tomar en cuenta algunos factores para la elaboración de este proyecto como lo es; el mantenimiento que requieren estas viviendas y que debe ser mínimo, porque hay que pensar que las personas de las comunidades rurales no van a dar un mantenimiento muy elaborado o costoso.

1.2 Vivienda ecológica

Cada vez se habla más de la necesidad de adaptar criterios ecológicos para garantizar no sólo la conservación del medio ambiente, bienestar y salud de la comunidad, sino también su viabilidad económica futura, elementos fundamentales durante la planeación del proyecto de vivienda ecológica.



En definitiva, una casa totalmente ecológica debería diseñarse y construirse con sistemas y materiales respetuosos del medio ambiente y con criterios bioclimáticos que supongan un ahorro energético, de manera que se tenga un desarrollo sostenible.

A continuación se presentan los conceptos fundamentales en este tipo de construcción:

- **Bioclimático:** Edificación que, teniendo en cuenta el clima, su orientación y distribución, aprovecha la luz y el calor diurno, vientos, así como el frescor nocturno, de manera que toda esta energía se utilice de la manera más eficiente posible reduciendo la dependencia de otras fuentes de energía.
- **Bioconstrucción:** Sistema de construcción que utiliza elementos y sistemas de producción ecológicos.
- **Construcción sostenible:** Se caracteriza por adaptarse a los materiales locales y aprovecharlos para la construcción, consiguiendo la sostenibilidad en el tiempo.
- **Vivienda ecológica:** Es la vivienda donde sus habitantes son capaces de hacer un consumo responsable de agua y energía, reutilizar el agua y tratar los desechos, buscando con ello causar el menor efecto negativo al medio ambiente.

Existen ciertos parámetros que se pueden considerar para la construcción de una vivienda ecológica.

- **Aprovechamiento de la energía solar:** Una correcta orientación respecto del sol y el uso de materiales de aislamiento térmico permiten conservar una temperatura agradable durante todo el año, lo que reduce considerablemente el consumo de calefacción y aire acondicionado. La fachada principal de la casa deberá estar orientada hacia el Sur, para aprovechar la luz natural y el calor del sol al máximo. En verano, los sistemas de ventilación cruzada en dos fachadas y aberturas mayores orientadas al Norte permitirán reducir la temperatura en el interior del edificio.



-
- **Consumo de energías renovables:** La calefacción o el calentador de agua alimentados con energía solar térmica o la instalación de celdas solares para el suministro de electricidad en la vivienda suponen un gran ahorro en energía eléctrica o de gas.
 - **Uso eficiente del agua:** Se instalarán dispositivos de ahorro de agua en la vivienda, así como una doble red de desagüe, una de aguas de lluvia para el riego, y otra para las de uso doméstico, que irán a la descarga.
 - **Selección de residuos:** El reciclaje es una de las formas básicas en que los habitantes pueden ayudar a conservar el medio ambiente, colocando en sus viviendas un depósito que facilite la selección de residuos y aproveche los materiales orgánicos.
 - **Empleo de materiales ecológicos y de fácil mantenimiento:** Las familias de materiales ecológicos disponibles para vivienda abarcan el aislamiento con lino, corcho, celulosa y fibra de madera; las pinturas y tratamientos para maderas o la cal; los sistemas de recolección y tratamiento de aguas; mortero para tejados; cales hidráulicas y morteros; etc.

De lo anterior, se puede apreciar que los actuales sistemas ecológicos son tomados de antiguas costumbres que cayeron en desuso. El costo que estos representan, en la mayor parte de los casos, es menor que el de técnicas tradicionales, en otros es igual y, en los menos, requieren de una inversión inicial mayor pero con mayor ahorro a largo plazo, sin contar con el ahorro efectivo que en todos los casos se logra en cuanto a lo que a recursos naturales y conservación del ambiente se refiere.

1.3 Vivienda auto sustentable

El tema de una vivienda auto sustentable nos dará mucho de que hablar, pues se trata de un término que engloba muchas cuestiones, que pueden ser desde el confort en general, el tema de la economía y sobre todo el tema del ambiente.



1.3.1 Sustentabilidad ambiental

Se puede entender como la acción de optimizar los recursos, y que pueden ser tratados, como la eficiencia en los recursos de aguas, eficiencia en los depósitos de desperdicios y alcantarillado, y de lograr una eficiencia energética.

Eficiencia en los recursos de aguas.

Tiene por objeto incrementar la eficiencia de los recursos de agua, escogiendo sistemas que incorporen aguas tratadas o de lluvia filtradas para riego y para re-uso en sanitarios.

Eficiencia en los depósitos de desperdicios y alcantarillado.

Un diseño cuidadoso y planificado puede ahorrar una considerable cantidad de desperdicios en la construcción inicial y también puede reducir la necesidad de modificaciones costosas cuando las necesidades de la vivienda cambien.

Eficiencia energética.

Incorporar un diseño de sistema solar o eólico en la casa, tal como: orientación, ventilación, aislación térmica, aislación acústica y sombreado adecuado, mejoran indudablemente la eficiencia energética. En muchos casos es posible mantener la casa fría en verano y templada en invierno, reduciendo sustancialmente el uso de calefactores o sistema de aire acondicionado.

1.3.2 Sustentabilidad económica

Es importante considerar que la vivienda ecológica reducirá en gran parte los gastos extras, si es que desde la construcción de esta se toma en cuenta cada una de las necesidades que esta pueda llevar, ahorrando así en modificaciones y cambios en el futuro.



Otro ejemplo de ahorro de recursos o reducción de costos es con el uso de materiales de la zona, así como el uso de materiales de bajo costo de manutención que ahorrará dinero en la vida útil de la vivienda.

Instalando artefactos con rangos altos de ahorro de energía, reduciendo así los gastos diarios.

1.3.3 Sustentabilidad social

La vivienda sustentable es considerada de acuerdo al ambiente natural y social circundante, así como sus necesidades normales de sobrevivencia.

Esto significa un hogar flexible y confortable para personas con varias habilidades y en diferentes estados de su vida. Esto trata de que la vivienda requiera del mínimo trabajo de manutención y con los espacios requeridos por el grupo de personas que la habitarán.

1.4 Diseño de una vivienda ecológica

De acuerdo a lo visto anteriormente se sabe que se debe de tener una correcta planeación de la construcción de una vivienda ecológica, siendo importante desde el estudio de la ubicación, a continuación se presentan los principales factores que se deberán tomar en consideración para este proyecto.

1.4.1 Forma de la casa

Un buen constructor de casas puede utilizar esta regla para diseñar formas que hagan que la temperatura interna sea más agradable.



El aire caliente es más ligero que el aire frío. Cuando los dos se encuentren, el aire caliente sube, dejando así un espacio por donde el aire frío entra. Así funciona la ventilación.

La casa en una zona donde hay pocas plantas o árboles debe tener un patio para crear un área con sombra, donde el aire sea fresco.

Afuera de la casa también hay una zona de sombra con aire fresco, pero éste se pierde rápidamente porque entra en contacto con el aire del alrededor.

Cuando se hace una abertura o ventana en una de las paredes, el aire caliente del cuarto empieza a salir de la casa.

Ahora el aire fresco del patio puede entrar en el cuarto. De esta manera se pueden crear corrientes de aire fresco en todos los cuartos de la casa. El aire en el patio se enfría en la sombra y después pasa a través de los cuartos. Mejor será un patio con muchas plantas y un poco de agua. En la figura 1 se muestra la distribución de la casa para obtener una ventilación confortable.

1.4.2 Orientación de la casa según la zona

Para determinar la orientación de una casa se deben tomar diversos factores que serán de suma importancia para establecer un correcto funcionamiento de la misma.

A continuación se muestra la correcta orientación de una vivienda de acuerdo con la zona en la que se vaya a construir.

En la figura 2 se muestra como debe ser la distribución de la casa de acuerdo al clima existente en las distintas zonas de la República Mexicana.

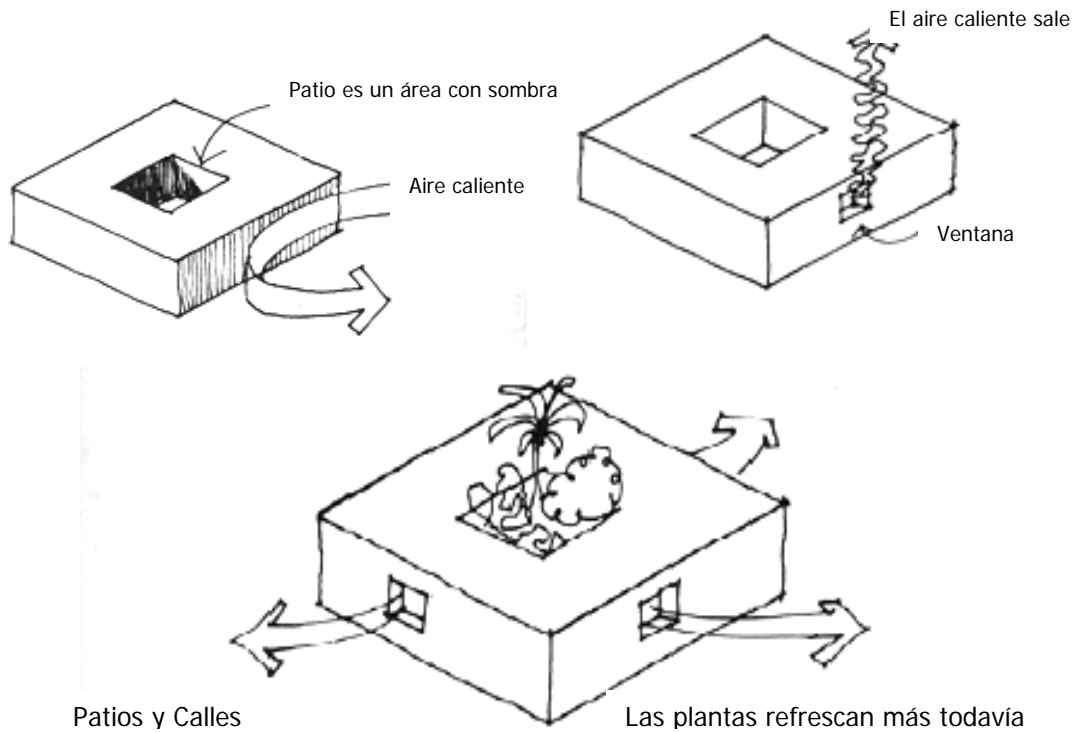


Figura 1 Formas de distribuir una vivienda para obtener una ventilación confortable

1.4.3 Selección del sitio para nueva zona de casa en relación a los vientos dominantes

Para seleccionar el sitio apropiado para una nueva zona de casas es necesario tomar en cuenta los vientos dominantes.

Que en la dirección de éstos no anteceda a la nueva zona de casas alguna fábrica, rastro, panteón, tiradero de basura u otro servicio que afecte a las casas con la emanación de ruidos, humor y malos olores, así como el tráfico de entrada o salida de la fábrica.

De ser posible, la mejor orientación es oriente-poniente en climas templados.



En la figura 3 se muestra la orientación de la casa de acuerdo a los vientos dominantes.

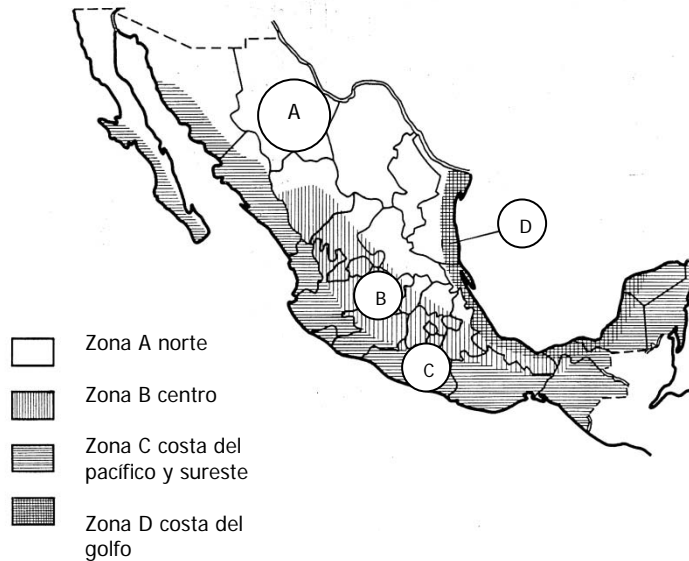
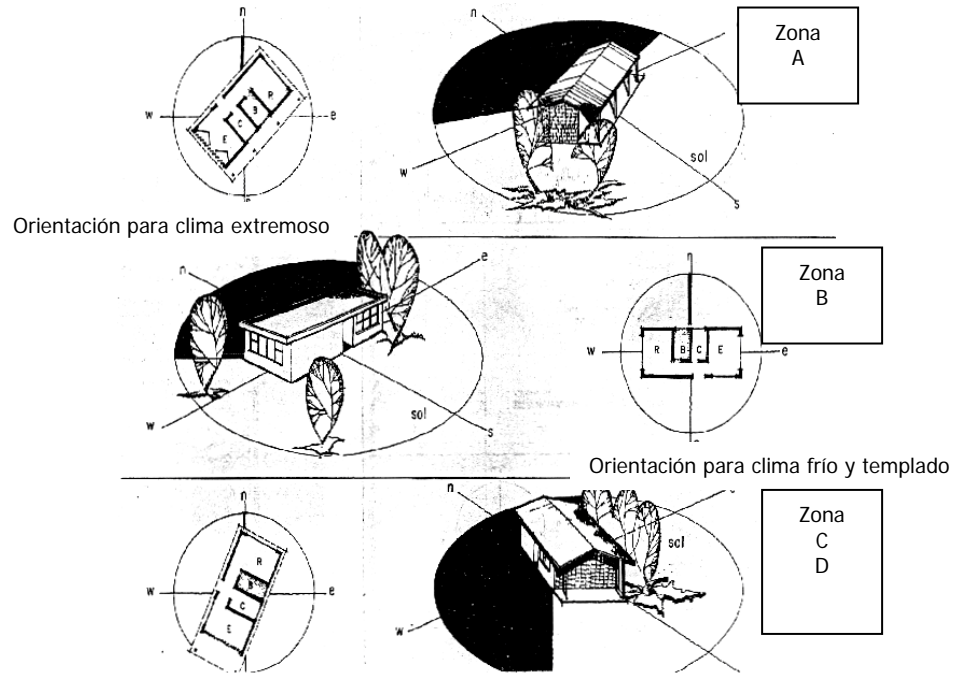


Figura 2 Orientación de una casa con respecto a la zona y geografía del país

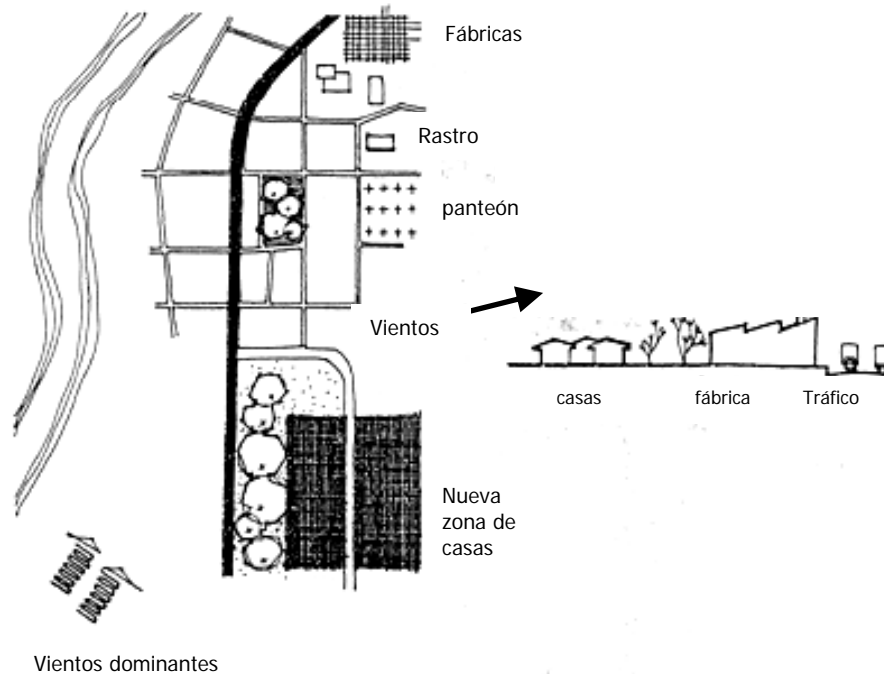


Figura 3 Orientación de la casa en relación a los vientos dominantes

1.4.4 Clima

Por el hecho de que hay que calentar las casas en las zonas frías, cambian mucho los aspectos que tiene el diseño de las viviendas en otras zonas.

Para calentar la casa es importante que:

- El frío del exterior no entre y
- El calor que hay adentro no salga

Para lograrlo es necesario que las paredes y los techos sean construidos con materiales que resistan el paso del calor o el frío.



Sin embargo, en las zonas templadas no hace siempre frío, también hay meses o épocas del año que hace calor. Así que durante el verano se necesita que el calor no entre y durante el invierno se requiere que el calor no salga de las habitaciones. En la figura 4 se muestra la perfecta relación del calor con la vivienda.

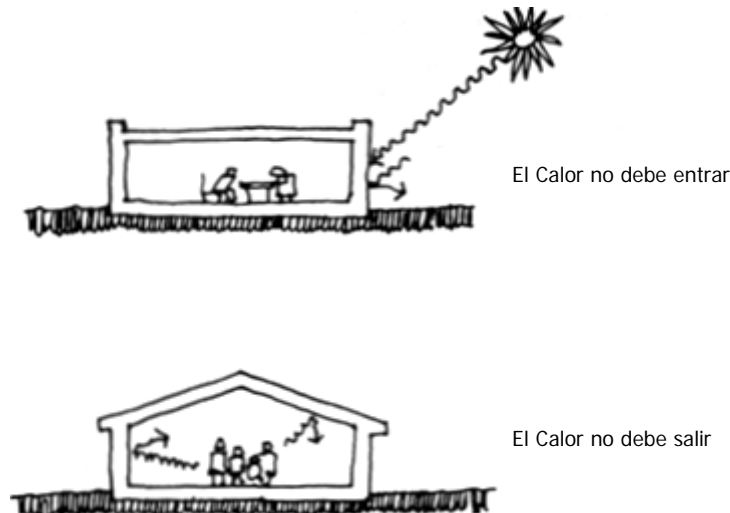


Figura 4 Ejemplo de distribución del calor en la vivienda

También la manera de utilizar el viento es diferente. En zonas calientes, con brisa, se hacen paredes que dejen pasar las corrientes de aire para refrescar el interior de la casa. En zonas frías, por el contrario, se deben construir paredes resistentes a los vientos fríos.

Porque el viento es fuerte no solamente penetra en las habitaciones, sino que también saca el calor al pasar por las hendiduras. Por lo tanto, también es importante que todas las puertas y ventanas cierren bien para que no haya escapes de aire caliente.

1.4.5 Orientación de los cuartos

La orientación de la casa también es importante, por ejemplo, un cuarto con una ventana grande de vidrio hacia el norte hace que el cuarto sea más bien frío. Cuando



una ventana del mismo tamaño mira hacia el sur el cuarto es caliente. Además el calor del sol alcanza a calentar la pared sur de la vivienda, mientras la del norte está siempre a la sombra y nunca caliente.

Tomando entonces en cuenta los efectos de la orientación, hay que tener cuidado de que el calor por el lado sur no se pierda por el lado norte. Al mismo tiempo hay que evitar que el calor no se escape por el techo, ya que el aire caliente tiende a subir. Se debe construir un techo o plafón aislante y una pared hacia el norte con pocas aberturas.

El sol puede calentar los cuartos cuando entra por las ventanas que dan a la fachada sur. El muro aislante impide que se pierda calor rápidamente. A continuación en la figura 5 se muestra la distribución de las ventanas en una vivienda.



Figura 5 Ejemplo de distribución de ventanas y cuartos en una vivienda

El sol puede calentar los cuartos cuando entra por las ventanas que dan a la fachada sur. El muro aislante impide que se pierda calor rápidamente.

Muchas veces la humedad de la tierra hace que el piso esté más frío todavía, hay que construirlo de manera que tenga un aislante:

- Casas de madera con el piso elevado: enfriamiento del subsuelo se lo lleva el aire.



-
- Casas con paredes de mampostería con entrepiso de piedra abajo y con chapopote encima para evitar la humedad.

Hacia el lado norte de la casa colocamos el espacio donde la gente no permanezca mucho tiempo. Algo así como un almacén, baño. Pueden ser también áreas que por su función generen calor, como por ejemplo una cocina. En el lado sur de la casa se colocarán las áreas de estar, así como también hacia el poniente.

A continuación se menciona el modo en como se pueden orientar las casas para que no sean frías.

- Al igual que las zonas calientes, las recámaras deberán estar al lado oriente para que el calor del sol de la mañana las caliente.
- Como el aire caliente siempre sube, es importante no hacer los cuartos muy altos. Porque entonces será necesario calentar mas el espacio para que alcance a las personas.

En la figura 6 se muestra un esquema de cómo se guarda el calor en los cuartos de la vivienda.

Ahora se entiende porque los techos en zonas calientes son altos y en zonas frías más bajos.

Tampoco se debe ventilar por el techo como en las zonas calientes.

También es importante proteger la casa de los vientos fríos como los “nortes” se consigue esto poniendo las casas atrás de: colinas, árboles, arbustos. Así como también con el uso de: techo inclinado, barreras de tierra y paredes gruesas.

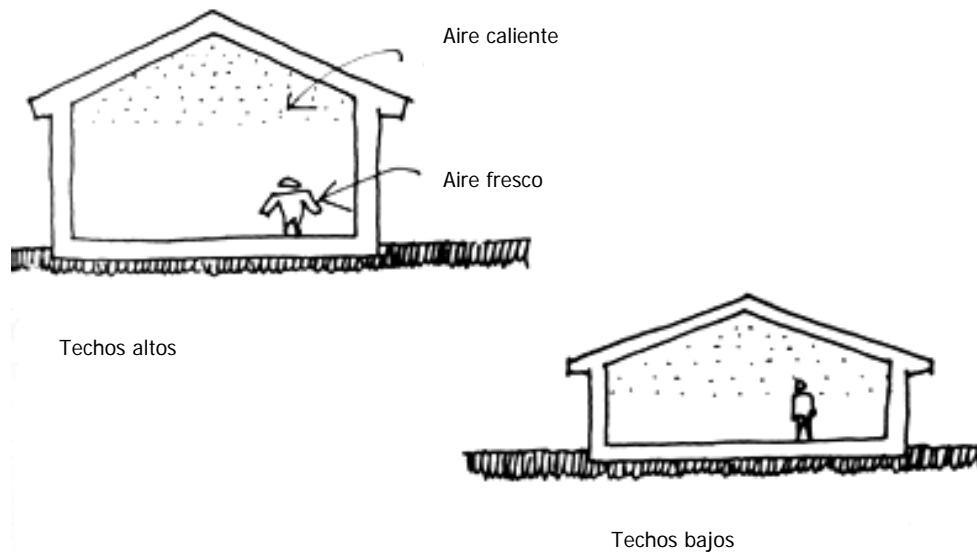


Figura 6 Distribución del calor en los cuartos de la vivienda

En la figura 7 se muestra como puede ser la protección de la casa de los vientos.

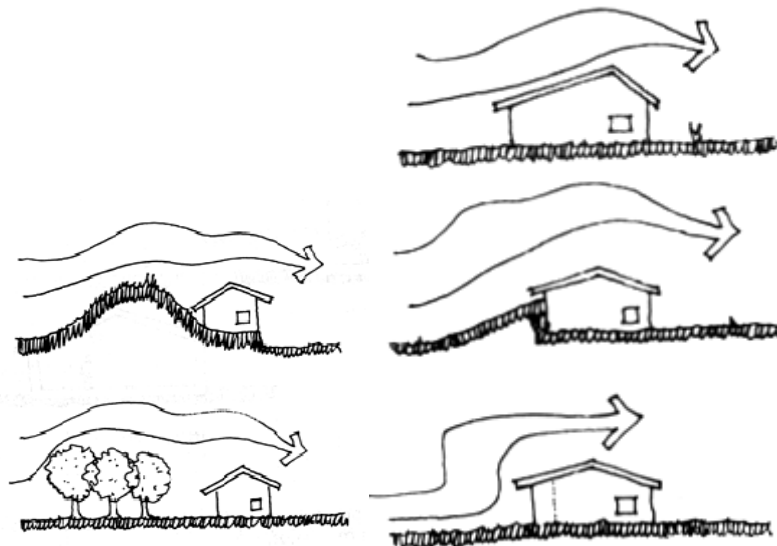


Figura 7 Protección de la casa de vientos



1.4.6 Producción de calor

Para aprovechar el calor del sol que entra por el lado sur y guardarlo por la noche, es importante hacer una sección en el piso que reciba el calor en un depósito.

Entonces habrá que:

- Aumentar la absorción del calor solar con un color oscuro, preferentemente negro.
- Usar material que guarde el calor, como piedra
- Evitar que el calor se pierda hacia el subsuelo.

Se puede decir así que se utiliza el piso como un elemento de intercambio de calor: es un elemento que recibe, guarda y después da calor.

En la figura 8 se muestra un esquema de cómo se comporta el calor dentro de la vivienda de acuerdo con la hora del día.

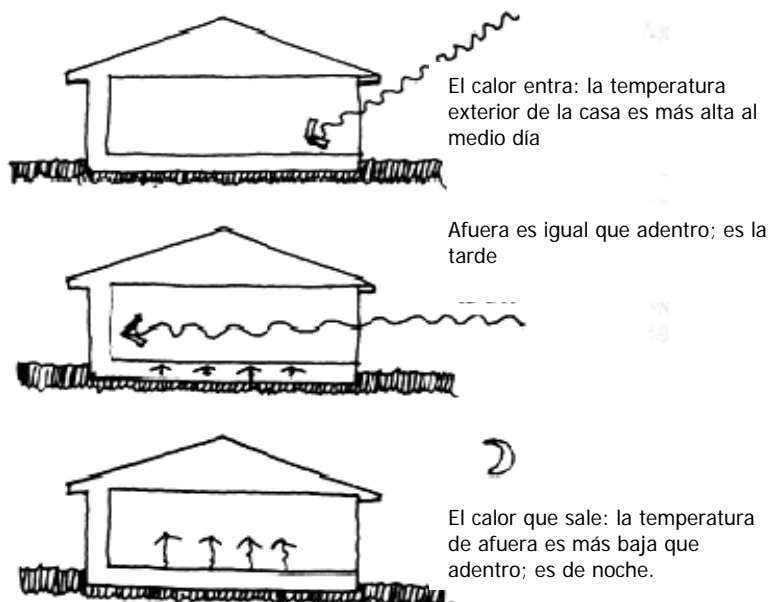


Figura 8 Calor en el piso



Es igualmente posible calentar las casas de la misma manera que las enfriamos, utilizando tubos enterrados. Solamente que en el caso de calefacción habrá que colocar los tubos de tal forma que el aire caliente pueda subir. Esto no presentará problemas cuando la casa está en terrenos inclinados. En la figura 9 se muestra el esquema de una casa en terreno inclinado.

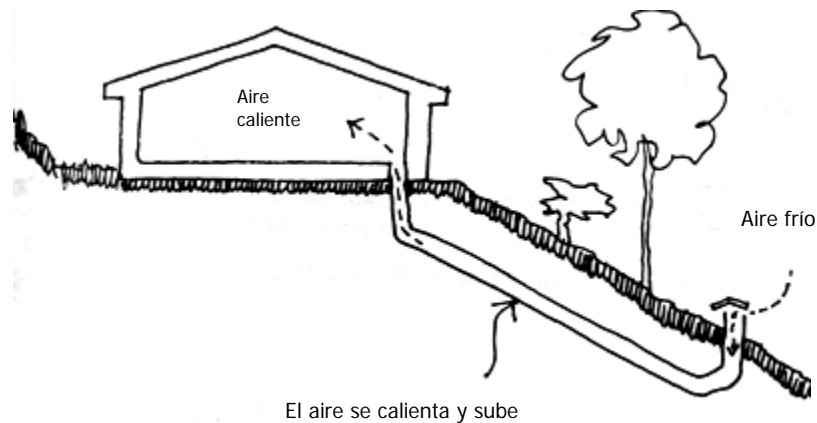


Figura 9 Calor en terreno inclinado

En las áreas planas hay que poner un pequeño ventilador para jalar el aire caliente dentro de las habitaciones.

Además será mejor poner un papel asfaltado o un plástico asfaltado alrededor de los tubos, para que la humedad no baje la temperatura de adentro de los tubos. Véase figura 10.

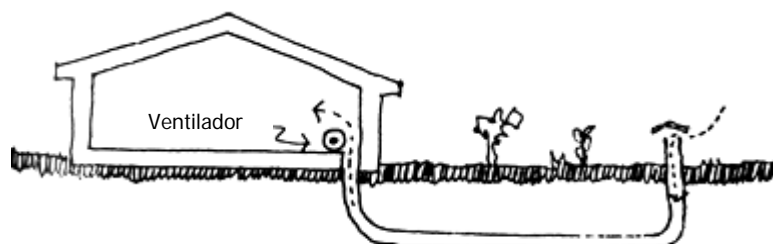


Figura 10 Ejemplo de transmisión de calor por medio de un ventilador



1.5 Materiales de construcción

Dentro del proyecto de construcción de una casa ecológica se pueden utilizar diversos materiales dependiendo de la región donde se vaya a realizar el proyecto. En mayor o menor escala encontraremos estos elementos y eso nos servirá para utilizarlos de la mejor manera posible y eliminar costos de materiales que pueden ser más difíciles de encontrar en la zona.

A continuación se mencionan algunos materiales que pueden ser utilizados para la construcción de la casa ecológica:

- **Piedra:** La piedra que se utiliza en la construcción proviene de canteras que se encuentran normalmente en las faldas de los cerros, en las zonas volcánicas. Se extrae con cartuchos de dinamita, de pedacería que resulta al romper la piedra para formar la mampostería. También se puede utilizar piedra de canto rodado que se encuentra en los lechos de los ríos, para utilizarla en cimientos hay que romperla para lograr una mayor adherencia. Un metro cúbico de piedra compacta se convierte en metro y medio de piedra de construcción.
- **Grava:** La grava llamada también cascajo, proviene de la trituración de la roca hasta formar granos que varían entre 3 y 5 cm, material que se encuentra al aire libre o en minas frecuentemente mezclada con la arena. Se puede encontrar también en los lechos de los ríos. Se usa principalmente en mezclas para hacer el concreto. Tiene muchos usos, ya sea con acero de refuerzo en elementos de soporte, o sin refuerzo para firmes, concreto ciclópeo, etc.
- **Arena:** La arena es originada por la disgregación de las rocas hasta formar granos muy reducidos. Se clasifican como gruesa, tamaño de 1 a 3 mm, como



media, tamaños de $\frac{1}{2}$ a 1 mm y fina, tamaño menor a $\frac{1}{2}$ mm. Se emplea para hacer mezclas o morteros revuelta con cal, cemento y agregándole agua hasta formar la mezcla.

- **Cal:** La cal se usa en la preparación de morteros o mezclas para unir los materiales con que se construyen los muros, cimientos, pilastras o techos de las casas. La cal viva o piedra de cal se hace cociendo piedras calizas o conchas marinas, hasta su total calcinación.
- **Adobe:** El adobe es un tabique de barro sin cocer. La tierra con que se hace debe ser limpia sin piedra y con la menor cantidad posible de arena.

En una excavación hecha previamente en el suelo, se deja remojar la tierra de un día a otro para que se pudra. Se amasa agregándole suficiente agua para formar un lodo bien mezclado y macizo, se le revuelven algunos de los siguientes materiales: paja, zacate, estiércol, hojas de pino, crines y pelos de animales en la proporción de una parte de estos materiales por cinco de tierra para que sirva de amarre al material. Se procede a llenar ciertos moldes cubriendo con el material perfectamente todos los rincones, se apisona con las manos para formar una mezcla compacta. Para que el lodo no se pegue debe mojarse el molde antes de llenarse. Posteriormente ya formados los adobes, se dejan reposar un poco hasta que endurezcan parándolos mas tarde de canto para lograr su rápido y completo secado que dura de dos a tres semanas quedando listos para ser usados. Los adobes con buen barro tienen una resistencia de 15 kg/cm^2 .

- **Tepetate:** El tepetate es una arcilla compacta, se encuentra en mantos gruesos macizos. Es un material granular grueso, ligero, color amarillento, de consistencia media. Resiste 3 kg/cm^2 . Es fácil de cortar con sierra, martillo y



cincel obteniéndose bloques para muros. Es material poroso y absorbente de agua, se debe colocar sobre bases de piedra bien junteado con mortero, cal y arena. Es buen aislante del frío y calor por lo que conviene usarlo en climas extremosos. Los ladrillos de tepetate son utilizados principalmente en muros divisorios que no cargan.

Para su fabricación se mezcla una parte de cemento por 11 de arena de tepetate para formar una masa húmeda que se coloca dentro de moldes de madera, los cuales se comprimen con la tapa. Con un día es suficiente para separarlos del molde, después se deben mantener húmedos por dos o tres días más y al secarse están listos para usarse.

- **Ladrillos:** Los ladrillos se usan mucho en la construcción. Con ellos se hacen muros, pisos, pilastras, techumbres y en algunos casos para cimientos. Se fabrican de tierra arcillosa o barro común, que contenga poca arena para que al cocerlos no se agrieten y deformen.

Es conveniente amontonar el barro a la intemperie, volteándolo varias veces con una pala, para desbaratar los terrones. Una vez bien revuelto, se coloca en un depósito hecho en el suelo, en donde se mezcla con agua, hasta formar una masa que pueda ser manejada para su moldeo. Las piezas se hacen en moldes de madera, que deben de ser un poco mayores que el tamaño final de los ladrillos por lo que estos encogen al secarse y cocerse. El molde debe mojarse antes de llenarlo, procurando llenar con el barro los rincones, apretando con la mano. Es conveniente hacer el moldeo en piso plano y arenoso. Ya hechas las piezas, se dejan secar para su endurecimiento, parándolas después de canto, formando pilas y así lograr su rápido y total secado, para que no se agrieten al secarse. No deben quedar expuestos al sol sino cubrirse con papeles o trapos húmedos o bajo un cobertizo abierto. Una vez secos los tabiques se



proceden a cocerlos. Para ellos se usan hornos con paredes de adobe y canales en el piso que sirven de fogones y con una o dos puertas para meter y sacar el material. Los tabiques hechos a mano tienen una resistencia de 6 kg/cm².

- **Tejas de barro:** Se utiliza principalmente para techumbres. Son elaboradas a partir del barro en estado plástico formándose en una bandeja. El grueso de la bandeja depende la calidad del barro variando de 1 cm a 2 cm. Después se coloca encima de un molde de madera que tiene un asa para retirarlo y dejar las tejas que se sequen. Se procede a hornearlas después de su secado, en algunos casos se barnizan para obtener un vidriado que permita una mayor impermeabilidad.
- **Yeso:** El yeso es un material que se obtienen deshidratando por medio del fuego el sulfato de cal hidratado terroso o compacto. Al molerlo resulta un polvo blanco, que al contacto con el agua, tiene la propiedad de endurecer en poco tiempo. Se pinta fácilmente.
- **Cemento:** El cemento es un material útil en la construcción y a la vez insustituible para muchos trabajos. Mezclándolo con arena fina y agua se le usa para lechadear las cubiertas de los techos construidos con ladrillos, obteniendo así el acabado final de los mismos. Revuelto con arena media y agua, se emplea como mortero para unir las piedras y ladrillos en cimientos o muros, o en muros interiores de locales destinados a baños y cocinas. Si a la mezcla anterior de cemento, agua y arena se le agrega grava o piedra triturada, se obtiene el concreto usado para construir guarniciones, banquetas o pisos de diferentes clases. Finalmente, reforzándolo con acero, se logra el concreto armado, empleado en construir los cimientos, columnas, castillos de amarre, losas y trabes.



-
- **Tierra:** Se utiliza principalmente en la construcción de los pisos. Siendo la tierra el factor que mas participa en el material tierra – cemento, se requiere de grandes cantidades. Se puede obtener excavando cerca del lugar donde se va a construir la casa, tratando de utilizar posteriormente el hoyo para construir una cisterna para el abastecimiento de agua, también se puede obtener de lugares próximos, como cerros y lomerías. Para evitar la contaminación de la tierra no deberá de utilizarse la de las capas superficiales, por su gran contenido de materia orgánica.

 - **Bambú:** El bambú se emplea en lugares de clima caliente, donde existen en grandes cantidades. Se utiliza para hacer pisos, muros, cancelas, techos y en algunos casos para transportar agua. El uso del bambú puede combinarse con vigas y tablones de madera, y las uniones se hacen empleando cuerdas de fibra vegetal o alambre metálico.

 - **Otros materiales: aluminio y zinc:** Estos productos se pueden obtener en láminas de diferentes espesores y dimensiones. Poseen cualidades de impermeabilidad, indeformabilidad y resistencia.

 - **Plásticos:** Son láminas translúcidas compuestas de resinas sintéticas y fibra de vidrio. Se utilizan en tragaluces, techos y como elemento decorativo. Son resistentes a los ácidos, a la intemperie, al fuego, a los impactos fuertes de los rayos solares. Su colocación es fácil, no requiere de conocimientos técnicos ni herramientas especiales. Sin embargo su costo es más elevado que el de los materiales naturales de la región.



- **Materiales para instalaciones eléctricas y sanitarias:**

Debido a que este tipo de materiales son enteramente industrializados y sería un gran riesgo para las instalaciones tanto eléctricas como sanitarias de la vivienda, realizarlas de materiales del mismo sitio, se necesitarán traerlas desde la ciudad más próxima de donde se ubica nuestra vivienda ecológica.

Tampoco se tienen registros de algún probable material de este tipo que pueda ser elaborado con materiales naturales, puesto que este tipo de instalaciones requieren de un gran cuidado en su manufactura.

Para nuestro caso se utilizarán los materiales que puedan ser extraídos del sitio de la obra, de igual forma se tomarán en cuenta todos los factores que se mencionan en este capítulo como lo son la orientación de la casa con respecto a la luz solar, etc. Esto es muy importante porque estas viviendas estarán dirigidas a las comunidades rurales que buscan el mayor confort en cuanto a temperatura y no le dan tanta importancia a la apariencia de la vivienda, sin decir con esto que se descuidará el aspecto de la apariencia, sino que se tomará en un segundo plano. Por lo que localizaremos el terreno que más se adecue a las características que se mencionan en este capítulo.



Capítulo 2. Proceso constructivo para la vivienda

En este capítulo se tratan temas referentes al proceso constructivo de una casa habitación, sin aunar en el tema de las instalaciones que esta debe de llevar.

2.1 Trazo, abertura y consolidación de cepas

Los niveles naturales del terreno pueden ser aprovechados para conservar los cursos naturales de flujo del agua pluvial de tal manera que ayuden a crear un microclima (distribución y tipo de la flora) adecuado.

El primer paso a seguir en la elaboración del proyecto de la casa ecológica es el trazado del área donde se llevara a cabo la construcción de la casa. La manera mas sencilla de realizar este trazo es mediante la siguiente operación: Se coloca a una persona sobre el alineamiento, mirando hacia el punto desde donde se desea trazar la perpendicular, con los brazos extendidos, procurará que éstos apunten a cada extremo del alineamiento; en seguida, cerrara los brazos extendiéndolos hacia enfrente, debiendo quedar el punto mencionado, en la dirección que en esta posición apuntan sus brazos. Si esto no ocurre, la persona se moverá sobre el alineamiento, hasta conseguir que el punto quede al frente de la dirección de sus brazos. Esta operación se repetirá las veces que sea necesario.

Teniendo el trazado y el alineamiento se procede a trazar las divisiones interiores de la casa, marcando estas con cal, auxiliándose con estacas y con hilos para dar el ancho de la cimentación.

Es decir es el proceso en el cual, con la ayuda del personal se podrá determinar el área que abarcará la casa, el proceso es muy sencillo solo se deben de colocar dos

personas alineadas como se muestra en la figura 11 y otra persona al frente de estas que debe de estar en perpendicular a otra persona colocada a la mitad del segmento que constituyen las 2 personas alineadas, de esta forma se obtendrá el trazo del área de construcción.

En la figura 11 se esquematiza el proceso de trazo del terreno.

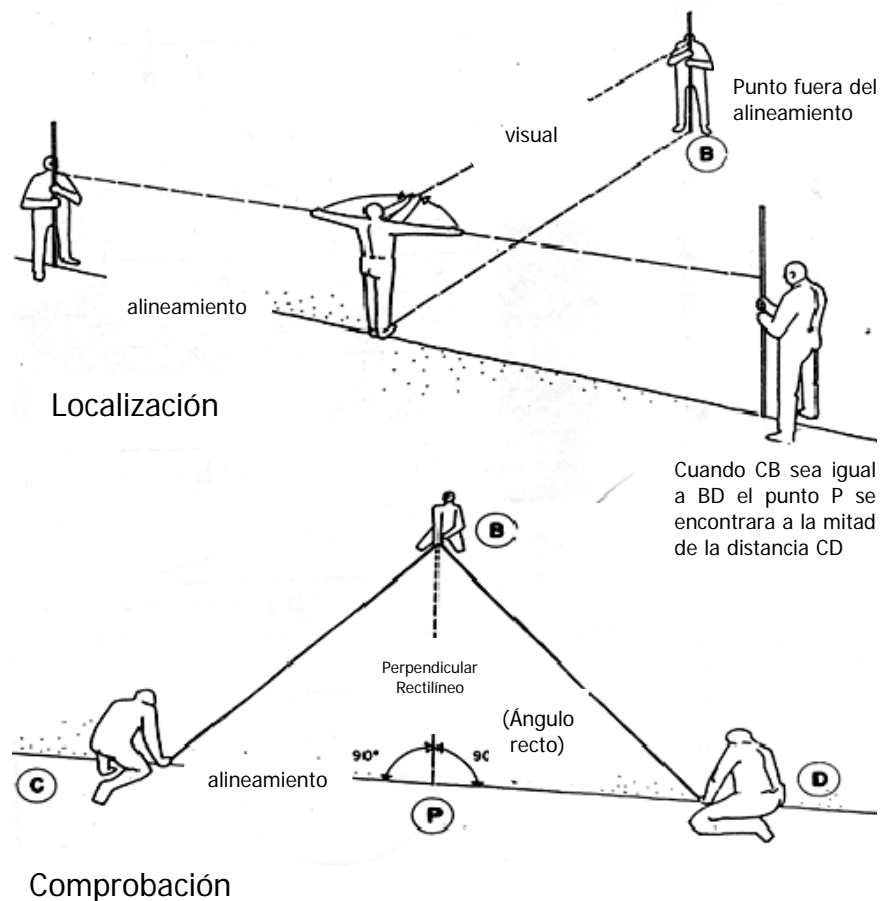


Figura 11 Trazo del área de construcción de la casa

2.2 Cimientos

Ya una vez determinada el área de construcción el siguiente paso es abrir una zanja, el área donde se van a construir los cimientos deberá de encontrarse bien compactada, es decir que deberá aplastarse al máximo para evitar desgajamientos o



tierra suelta, cabe señalar que la cimentación de una casa es corrida, es decir no debe de interrumpirse por la colocación de puertas y ventanas, además de que el eje de la cimentación deberá de estar colocada en el mismo eje del muro, esto es, que los muros deberán coincidir con la colocación de la cimentación.

2.3 Pisos

Se podrán utilizar diversos materiales para la construcción de los pisos, enunciándolos a continuación.

2.3.1 Piso de cemento

Una vez que se ha nivelado el piso es decir que se ha logrado una uniformidad de niveles, se compacta bien el terreno, regándolo y aplastándolo. Posteriormente se puede colocar una capa de concreto llamada firme de concreto. En la figura 12 se muestra la colocación de un piso de cemento.



Figura 12 Piso de cemento

2.3.2 Pisos de tierra cemento

En este caso se puede vaciar la mezcla de tierra cemento y se alisa con una regla grande de madera, evitando que queden irregularidades, después se cura el piso humedeciéndolo con agua. En la figura 13 se muestra el proceso para realizar un piso de tierra cemento.

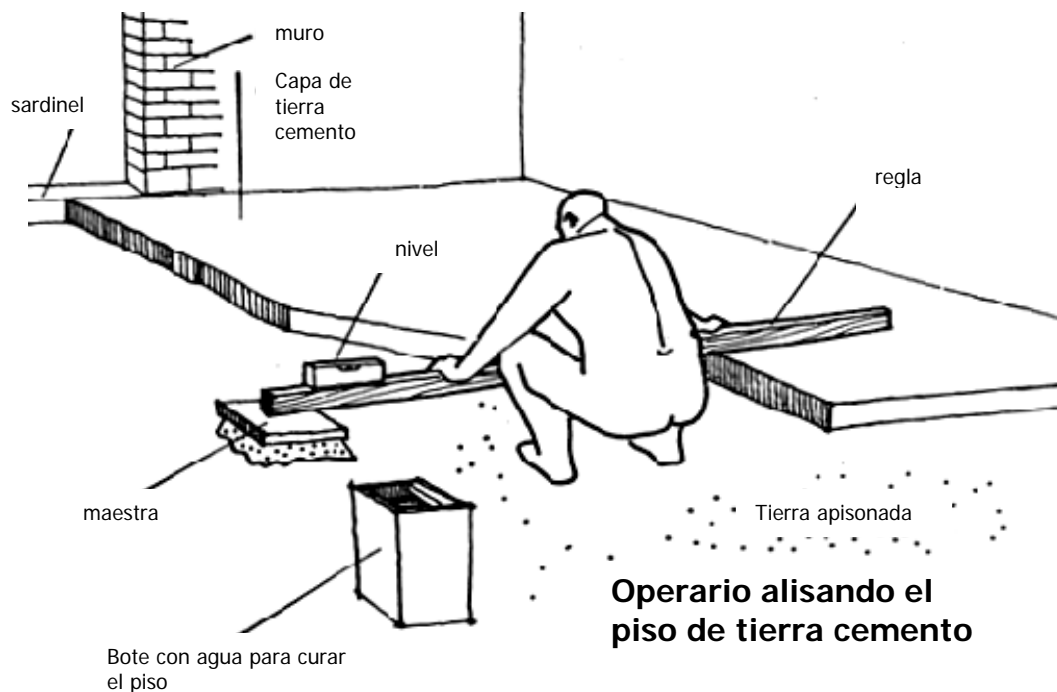


Figura 13 Piso de tierra cemento

2.3.3 Pisos de tierra-cemento con piedra bola

Se coloca una capa de piedra de río de 6 a 8 cm, aplastada. Sobre esta capa se vacía mezcla de tierra-cemento, formando una capa de 3 a 4 cm. Se afina esta última capa espolvoreando polvo de cemento.

2.3.4 Pisos de ladrillo

Primero se coloca un firme de concreto, sobre él se colocan guías para conservar el nivel del piso. Es conveniente comenzar la colocación desde una esquina con el objeto de ir logrando alternar las piezas, permitiendo un buen agarre. Se utiliza revoltura de cemento, cal y arena para pegar las piezas. Terminado el piso, se baña la superficie con una revoltura fina de lechada, que consiste en una mezcla de cemento y arena cernida, procurando tapar bien las juntas, limpiando antes de que se seque la mezcla. Véase la figura 14.

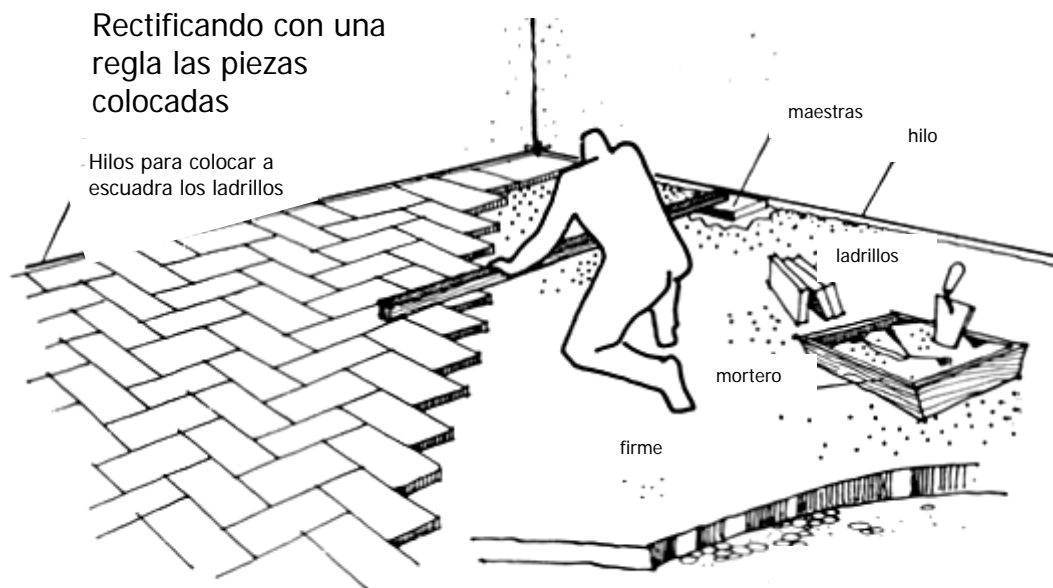


Figura 14 Piso de ladrillo

2.3.5 Pisos de losas de piedra

También se coloca un firme de aproximadamente 10 cm, las piedras se alternan lo más posible para lograr que se encuentren mas juntas y que el piso este bien sujeto. Las juntas deben de quedar al mismo nivel que la piedra, la pegada debe de hacerse

con una lechada a base de cemento, arena fina y agua. Es conveniente emplear piedras no menores de 30 cm.

En la figura 15 se muestra un piso realizado con losas de piedra

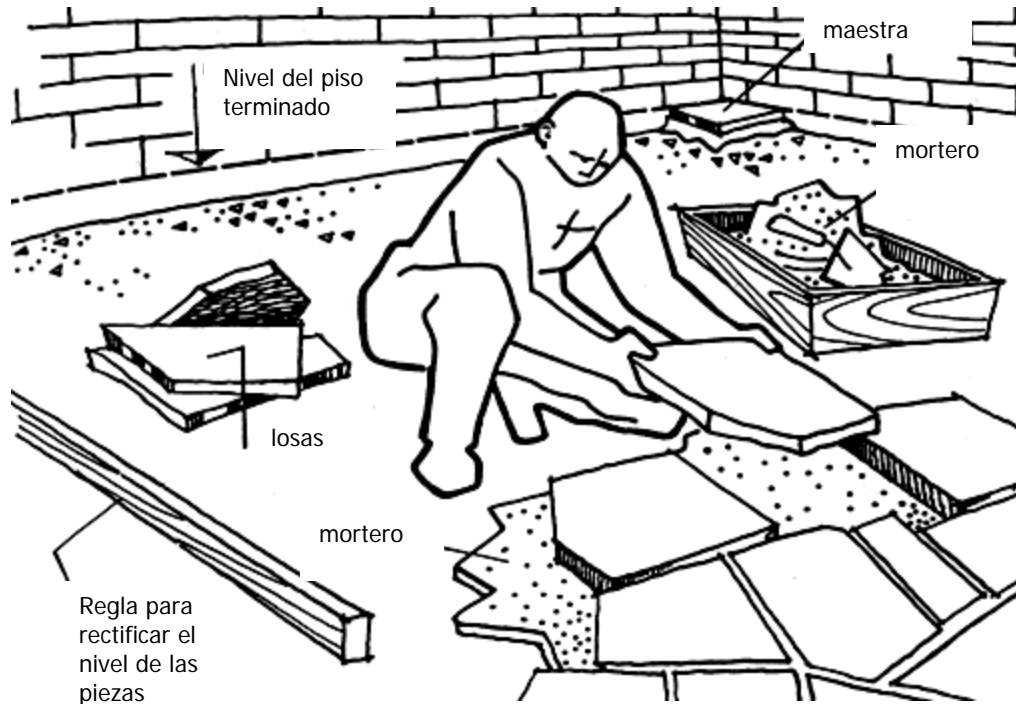


Figura 15 Pisos de losas de piedra

2.4 Muros

Los muros podrán ser construidos de diferentes materiales, se pueden construir de bambú, piedra, adobe, tepetate o ladrillos, dependiendo de las necesidades y del presupuesto asignado al proyecto. En la figura 16 se muestra el inicio de la construcción de un muro.

Los muros de bambú o carrizo serán construidos con una base que estará conformado con un entramado de troncos de árbol o carrizos de mayor tamaño, unidos



entre si con bejucos o alambres. Son muy frescos y convenientes en climas calurosos y su costo es reducido.

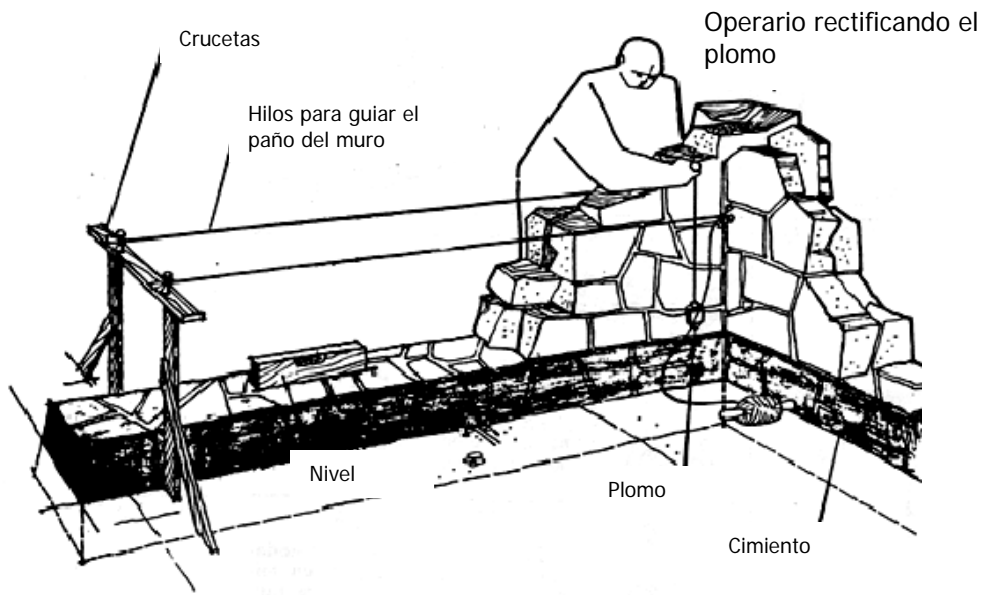


Figura 16 Inicio del proceso de construcción de un muro

En la figura 17 se muestra una casa construida con muros de bambú.

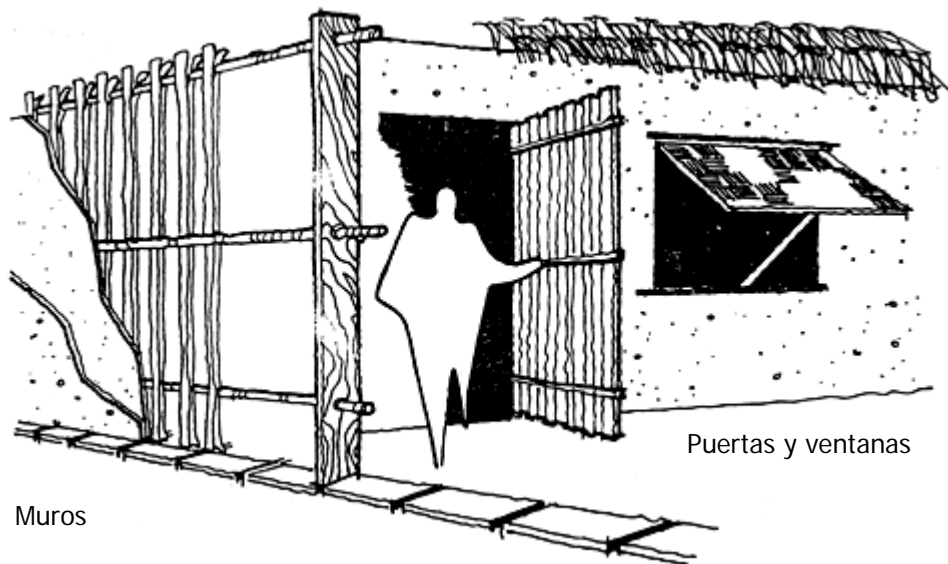


Figura 17 Ejemplo de casa construida con muros de bambú



El recubrimiento de los muros puede ser a base de paja. Los muros construidos de paja pueden neutralizar el calor o el frío más o menos diez veces mejor que el de los muros convencionales de tabique. En la figura 18 se muestra la construcción de un muro de bambú.

Los muros pueden conservar el calor como puede ser el caso de muros fabricados con piedra volcánica, en caso de que el material se encuentre disponible en el proyecto, puede ser de gran utilidad ya que este tipo de material cuando recibe los rayos solares funciona como captador y almacén del calor solar.

Los muros de tabique son muy empleados en la construcción de cualquier vivienda, sin embargo son más costosos. Conservan el calor más fácilmente, y sirven para protegernos del frío.

En la figura 19 se muestra como es el proceso de construcción de un muro de ladrillo.

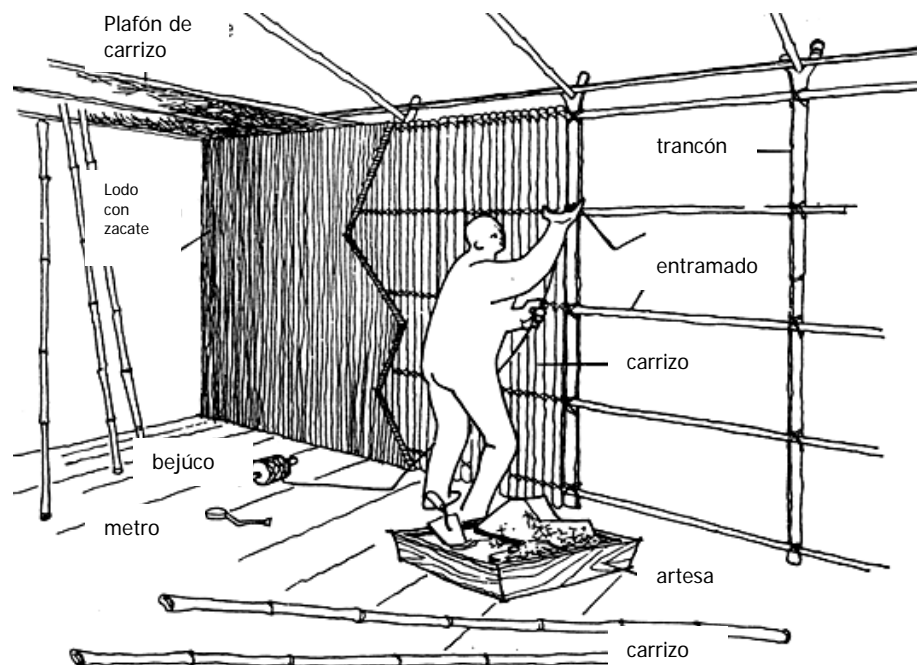


Figura 18 Construcción de un muro de carrizo

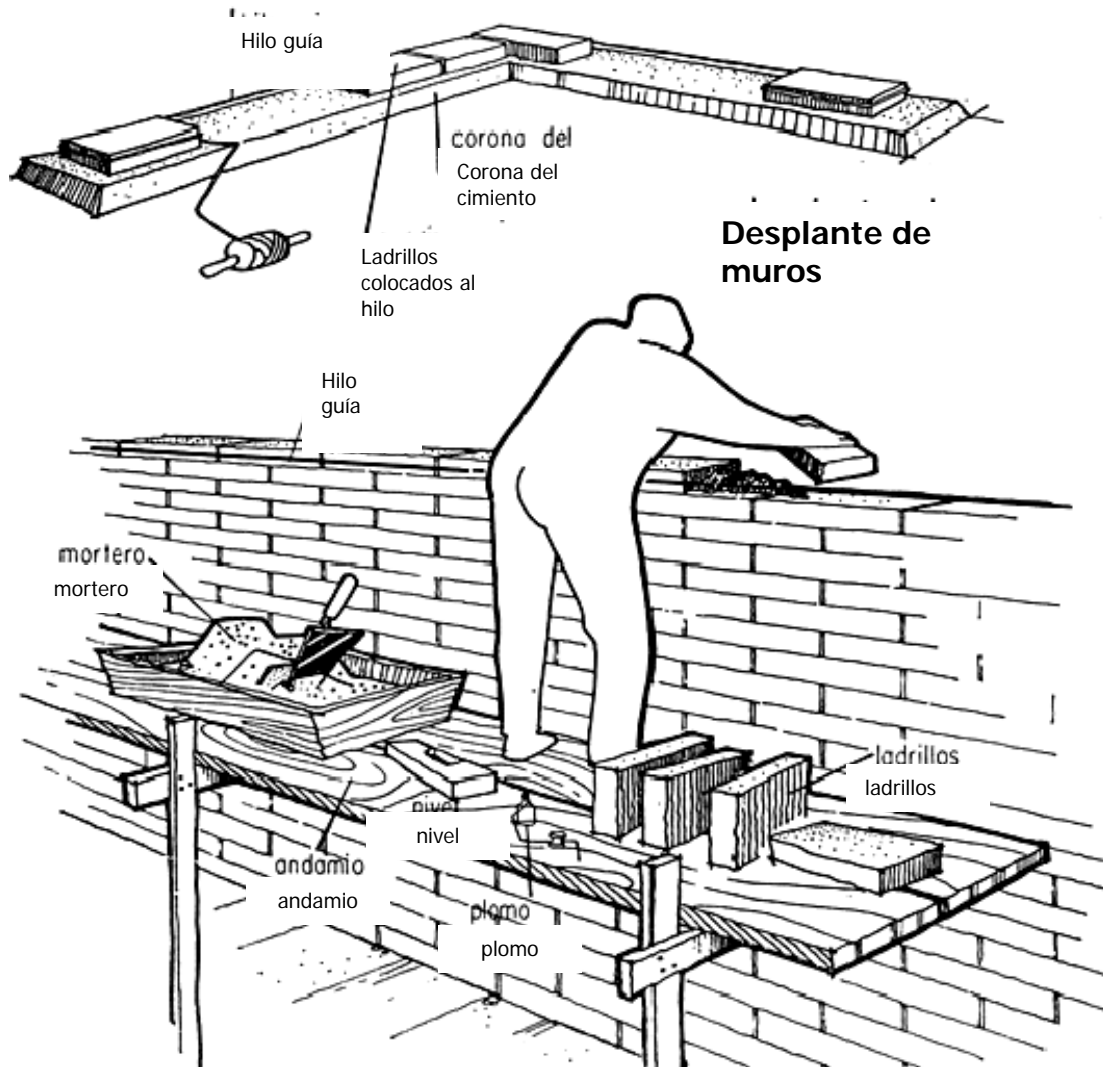


Figura 19 Construcción de un muro de ladrillos

2.5 Columnas

La construcción de las columnas se podrá realizar de diversos materiales que a continuación se mencionan y se describe el procedimiento constructivo para estos.

2.5.1 Columnas de piedra

Para facilitar su construcción es más común utilizar columnas con medidas 40x40 cm. La columna se comienza desde la base superior del cemento hasta llegar al techo, las juntas no deben ser mayores de 3 cm. En la figura 20 se aprecia la construcción de una columna de piedra.

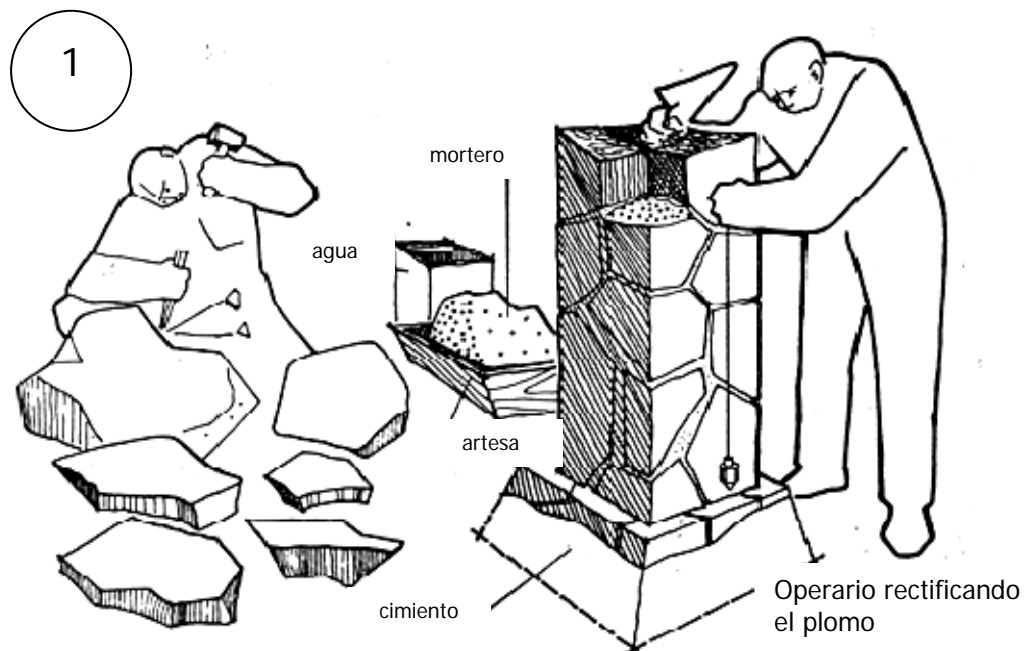


Figura 20 Columnas de piedra

2.5.2 Columnas de ladrillos

Este procedimiento es mucho más caro, por el material utilizado. Las juntas no deben de ser mayores a 2 cm, además deberán ser colocadas entrelazadas, es conveniente en cada hilada rectificar plomo y nivel. Se puede dejar un hueco al centro para rellenar con concreto reforzado, lo cual da una mayor resistencia a la columna.

2.5.3 Castillos de concreto

Se hacen por lo general del ancho del muro, se emplean en bardas o muros largos, o en las esquinas para evitar rozamientos y desgaste y para aumentar la capacidad de carga de los muros. Véase la figura 21. Se debe de armar una base por medio de varillas y estribos (2), después se le deberá colocar el molde de madera (3) para vaciar el concreto dentro de este molde (4).

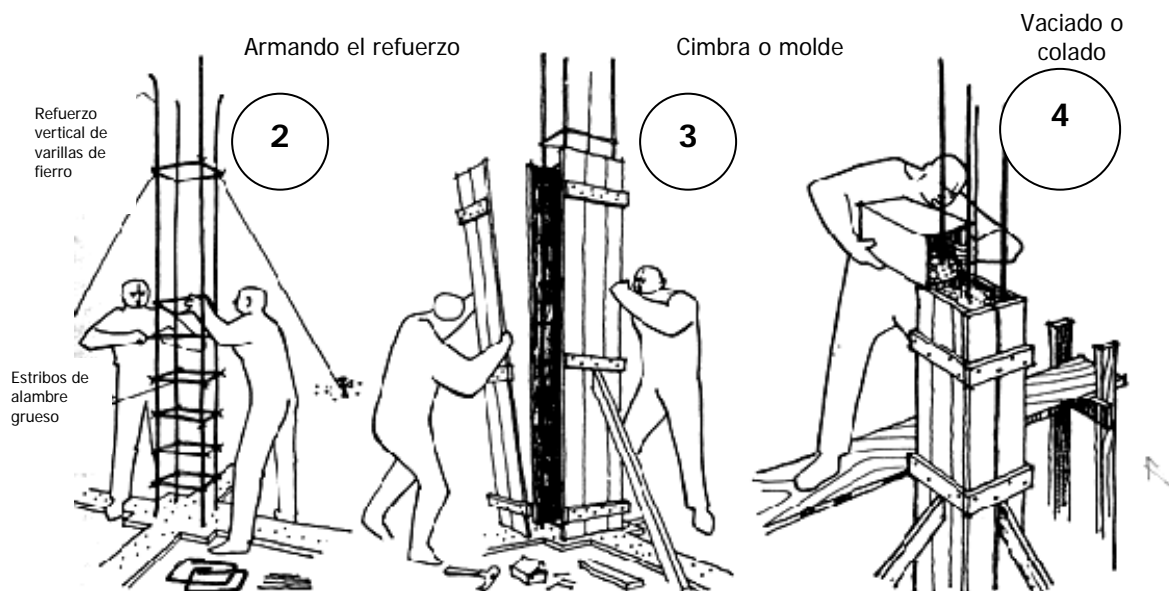


Figura 21 Construcción de castillos de concreto

2.6 Techos

Los techos de la vivienda se podrán realizar de diferentes materiales y a continuación se describirá su proceso constructivo.

2.6.1 Techumbre de palma o zacate

Se utilizan en climas calientes y húmedos. Se usan palos de madera de diferentes gruesos en las partes de apoyo y en el entrelazado de la techumbre. Los postes de apoyo deberán de colocarse a una distancia máxima de 8 m, la separación de las piezas inclinadas que forman el techo deberán tener una distancia menor a 50 cm. En la figura 22 se muestra una techumbre de palma.

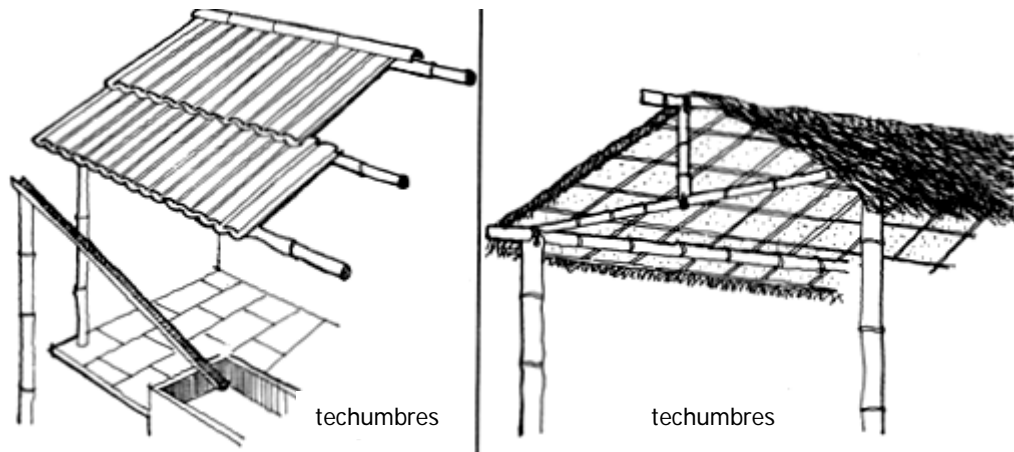


Figura 22 Techumbre construida de palma

2.6.2 Techumbre con tejas de barro

Es conveniente para regiones de climas templados y calientes, ya sean húmedos o secos. Se colocan vigas de madera sobre las paredes del cuarto separadas de 60 a 80 cm, de centro a centro, con un desnivel de 25 a 50 cm de lado a lado para lograr su desagüe. Encima de estas vigas se colocan unas tiras de madera que servirán de apoyo para las tejas, por lo que tendrán una separación menor a 60 cm, pueden ir clavadas o amarradas con alambre.



2.6.3 Techumbre de tierra

Este tipo de techo es aconsejable para regiones donde llueve poco o con climas extremos. Se colocan vigas pegadas en los muros, sobre las cuales se construye una tarima de tablas delgadas, sobre esta se coloca una capa de tierra limpia, dándole pendiente mínima de 2 cm de desnivel por cada metro (2:1), para el escurrimiento del agua de lluvia. Sobre esta tarima se pega una mezcla de arena y cal en proporción 1:1, una capa de ladrillo colocado en forma acostada, se aplica con escoba una mezcla aguada de cemento arena en proporción 1:1 para tapar los huecos. En la figura 23 se muestra el armado para una techumbre de tierra.

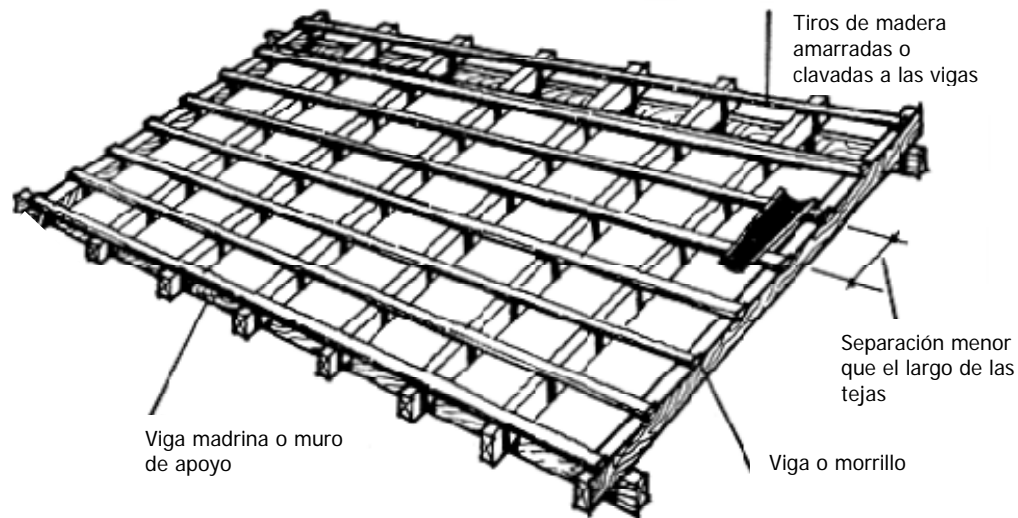


Figura 23 Techumbre realizada de tierra

2.6.4 Techumbre de tierra cemento

Son recomendables para climas cálidos, fríos o templados, siempre y cuando se obtengan fácilmente los materiales en la región. Se empotran a los muros, vigas de madera, con una separación centro a centro de 50 a 80 cm y una pendiente de extremo

a extremo de 4 cm por cada metro. Sobre estas vigas se colocan tiras de madera, encima de estas se colocan varillas, tablas o carrizos formando una tarima sobre la cual se vierte mezcla de tierra cemento formando una capa de 8 a 10 cm, puliéndola en la parte superior con fino de cemento, sobre esta superficie se coloca un impermeabilizante de chapopote y arena.

En la figura 24 se muestra el armado para una techumbre de tierra-cemento.

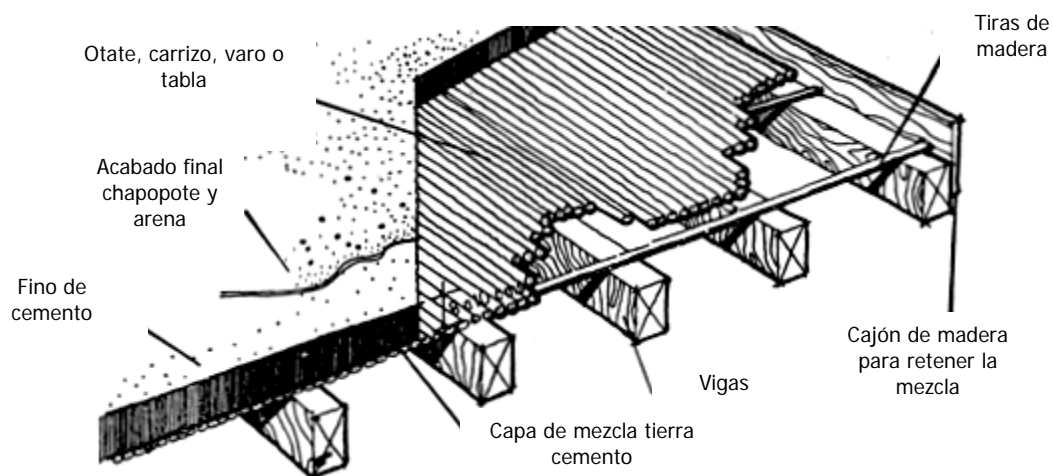


Figura 24 Techumbre de tierra-cemento

2.6.5 Techumbre de ladrillo

Se construye colocando dos capas de ladrillos sobre vigas de madera, pegando la primera capa con pasta de yeso y la segunda capa sobre una masa de mortero de arena y cemento de 2 cm de espesor. El acabado del techo se hace extendiendo una lechada aguada de cemento-arena para que penetre todos los huecos.

2.6.6 Losas de concreto

Las losas de concreto armado son mucho más caras que los anteriores procedimientos. Estos tendrán que ser apoyados sobre columnas y trabes. Estarán



acompañadas de acero de refuerzo el cual formará un armado cuadrangular. Se necesitará de una cimbra de madera para poder realizar el colado del concreto, para evitar que el concreto se pegue a la cimbra deberá mojarse antes o untarse con aceite corriente antes de colocar el refuerzo. Hay que procurar que las juntas de las tablas queden a tope para evitar los escurrimientos. La cimbra deberá quitarse 28 días después de haber vaciado el concreto, es decir cuando haya fraguado. El vaciado del concreto no podrá interrumpirse a la mitad, es mejor colar las losas en una sola etapa.



Capítulo 3. Agua

En este capítulo se trata el tema del agua, un recurso de suma importancia en cualquier vivienda ya que es un elemento necesario para casi cualquier actividad humana. Se tratan las actividades de captación, conducción y potabilización.

3.1 Captación de agua pluvial

La recolección del agua de lluvia es la captura, la dispersión, y el almacenaje del agua de lluvia para diversos propósitos incluyendo la irrigación, el beber y uso doméstico.

En el uso residencial o en reducida escala, la recolección del agua de lluvia puede ser tan simple como el escurrimiento de la lluvia que se acanala en la azotea y gotea a un área planteada.

Sistemas más complejos incluyen canales, tubos, los tanques o las cisternas de almacenaje, filtros, bombas, y sistemas de tratamiento de agua para el uso potable. En la figura 25 se puede apreciar un ejemplo de sistema de recolección de agua de lluvia para una vivienda.

Los componentes básicos sin importar la complejidad del sistema, para la recolección del agua de lluvia son seis:

- Superficie de captación: la superficie de la colección por la cual la precipitación escurre.
- Canales: escurrimiento de agua del canal de la azotea al tanque.

- Pantallas de la hoja, primeros limpiadores separadores y las arandelas de la azotea con un chorro de agua: componentes que quitan la ruina y el polvo del agua de lluvia capturada antes de que vayan al tanque.
- Uno o más tanques de almacenaje, también llamados cisternas.
- Sistema de entrega: gravedad-alimentado o bombeado al uso final.
- Tratamiento/Purificación: para los sistemas potables, los filtros y otros métodos para hacer el agua pura.

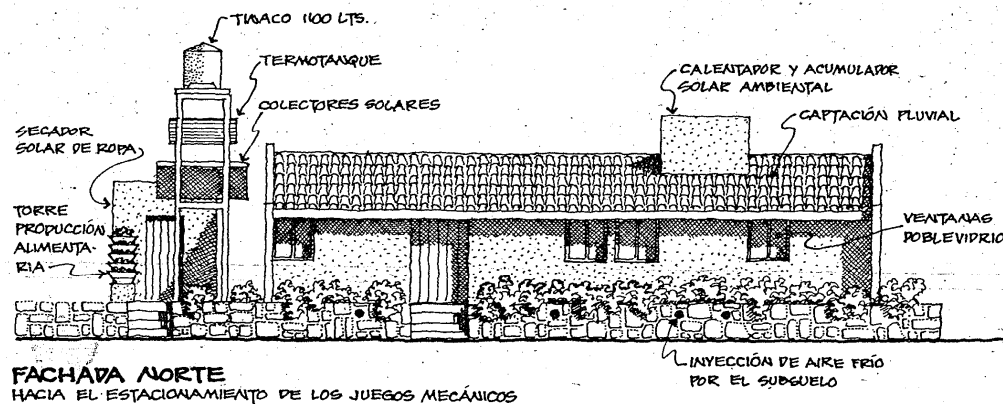


Figura 25 Esquema de sistema de recolección de agua pluvial

3.1.1 Superficie de captación

La superficie de captación de la azotea de un edificio o de una casa es la primera opción obvia para la recolección. Para la captación adicional se usará un granero abierto por un lado, llamado granero de lluvia o granero de poste. La calidad del agua de diversos captadores de la azotea es una función del tipo de material de la azotea, de condiciones climáticas, y del ambiente circundante.



3.1.2 Los canales y bajadas de agua

Están instalados para captar el agua de lluvia escurrida de los aleros de un edificio.

Para los sistemas de agua potable, el plomo no se puede utilizar como soldadura del canal, al igual que a veces no podrá utilizarse, en el caso de canales más viejos, el metal. La calidad levemente ácida de la lluvia puede disolver el plomo y contaminar así el abastecimiento de agua. Los materiales más comunes para los canales y las bajadas de agua son PVC de media caña, vinilo, tubos, aluminio inconsútil, y acero galvanizado.

Al usar la azotea de una casa como superficie de captación, es importante considerar que muchas azoteas consisten en uno o más techos de dos aguas. Un techo de dos aguas ocurre donde dos planos de la azotea se intersectan. Una junta de la azotea concentra la salida de la precipitación a partir de dos planos de la azotea antes de que la lluvia recogida alcance un canal. Dependiendo de las dimensiones de la azotea que terminan en un techo de dos aguas, la pendiente de los techos, y la intensidad de la precipitación, la porción del canal localizada donde el agua de la junta se va al alero de la azotea, puede capturar o no toda el agua en ese punto, dando por resultado derramamiento.

Para quitar los desechos que se juntan en la superficie de la captación, y asegurar el agua de alta calidad para el uso potable es necesario instalar una serie de filtros. Esencialmente, los filtros naturales de hojas ayudan de una forma eficaz a realizar esta actividad.

Los protectores de los filtros de hoja son generalmente de $\frac{1}{4}$ pulgada en los marcos del alambre que caben a lo largo de la longitud del canal. Los protectores son



generalmente necesarios en lugares con árboles. Los protectores se encuentran tanto antes como después del tanque de almacenaje.

El filtro tipo embudo para caída de agua se hace de PVC o de acero galvanizado con acero inoxidable o pantalla de latón. Este tipo de filtro ofrece la ventaja de la accesibilidad fácil para la limpieza.

3.1.3 Primer separador a chorro de agua

Una azotea puede ser una superficie natural de recolección para el polvo, las hojas, las floraciones, las ramas, los insectos, las heces de los animales, los pesticidas, y otros residuos aerotransportados. El primer separador a chorro de agua encamina el primer flujo del agua de la superficie de la captación lejos del tanque de almacenaje. El agua limpiada con un chorro de agua se puede encaminar a un área plantada. Primero se limpia con un chorro de agua que varía dependiendo la cantidad de polvo en la superficie de la azotea, que es una función del número de días secos, la cantidad y el tipo de desechos, cantidad de árboles, y estación. Una superficie plana o casi plana de recolección requiere 4.6 mm de lluvia por hora para un lavado eficaz de la superficie. Se requieren de aproximadamente 10 m² de área de recolección para poder coleccionar al menos de 4 a 8 litros.

3.1.4 Tanque de almacenaje

El tanque de almacenaje es el componente más costoso del sistema de recolección de agua pluvial. El tamaño del tanque de almacenaje o de la cisterna es dictado por varias variables: la fuente del agua de lluvia (precipitación local), la demanda, la humedad en seco, el área superficial de la captación, la estética, la preferencia personal, y el presupuesto.



Características de los tanques de almacenaje.

- Los tanques deben ser opacos para inhibir el crecimiento de las algas.
- Para los sistemas potables, los tanques de almacenaje nunca debieron haber sido utilizados para almacenar materiales tóxicos.
- Los tanques deben ser cubiertos y contar con respiraderos para desalentar la crianza del mosquito.
- Los tanques usados para los sistemas potables deben ser accesibles para la limpieza.

Los tanques deben ser localizados cerca de la fuente de agua y del lugar de demanda, tanto como sea posible para reducir la distancia de transporte. Los tanques de almacenaje se deben proteger contra la luz directa del sol.

Los tanques estándares se deben instalar sobre la tierra. Para la instalación enterrada, son necesarios tanques especialmente reforzados para que puedan soportar la tensión y la contracción del suelo. Son relativamente baratos, durables y ligeros.

Los tanques de polipropileno están disponibles en capacidades a partir de 200 litros y hasta 40,000 litros. Los tanques de polipropileno no conservan la pintura bien, así que es necesario encontrar tanques fabricados con plástico opaco.

3.1.5 Eficacia del sistema

En teoría, aproximadamente 28.11 litros por cada metro cuadrado de superficie de la recolección por milímetro de precipitación pueden ser recogidos. En la práctica, sin embargo, algo de agua de lluvia se pierde a primer rasante, la evaporación, salpica hacia fuera o llega más allá de los canales en lluvias fuertes, y posiblemente escapes.



Las superficies ásperas de la recolección son menos eficientes en la transportación del agua, pues el agua capturada en espacios de poro tiende a ser perdida por la evaporación. La eficacia realizable también de afectación es la inhabilidad del sistema de capturar toda el agua durante acontecimientos intensos de precipitación. Además, después de que los tanques de almacenaje estén llenos, el agua de lluvia se puede perder como desbordamiento. Para los propósitos del planeamiento, estas ineficacias inherentes del sistema necesitan ser descompuestas en factores en el cálculo del abastecimiento de agua. La mayoría de los instaladores asumen una eficacia de 75% a 90%.

3.2 Conducción del agua

Para tener una idea del sistema de conducción que en la vivienda debe instalarse, el agua gana 0.068 atm de presión por cada 70 cm de altura. Para que por gravedad se atravesase una tubería de 25 mm en 2.72 atm, los tanques de almacenaje tendrían que estar a más de 27 m sobre la casa. Puesto que esta elevación es poco práctica, existen dos maneras de alcanzar la presión apropiada del agua para la casa, estas son:

- 1) Una bomba, tanque de presión, interruptor de presión.
- 2) Una bomba a pedido. El tanque de presión, con una capacidad típica de 150 litros, mantiene la presión a través del sistema. Cuando el tanque de presión alcanza el umbral, el interruptor de presión corta la energía a la bomba.



3.2.1 Bomba de pedal

La bomba de pedal fue diseñada por ingenieros suizos con la colaboración de granjeros indios. Es actualmente manufacturada y comercializada en reducida escala en más de 10 países incluyendo la India, Nepal, Camboya, Kenia, Tanzania, Senegal, Paraguay, Perú, Nigeria, Burkina Faso, Madagascar, Sri Lanka, etc.

El desarrollo de la bomba de pedal ocurrió como sigue. En la India en el año de 1992, algunos granjeros para probar el desarrollo entregó al Dr. Antón Kohler la bomba original de metal de dos cilindros. Siendo un agricultor y un socio economista, calificados y teniendo una buena comprensión técnica, el Dr. Kohler probó la eficacia y el funcionamiento técnico de esta bomba de metal de dos cilindros, de modo que pudiera ser mejorado después. Él satisfizo a un grupo de ingenieros altamente experimentados, que eran en verdad motivados para trabajar voluntariamente en las tecnologías apropiadas requeridas, después de su retiro, junto con esta organización voluntaria de ingenieros mayores, una asociación fue fundada llamada la asociación Suiza W3W (water for the third world), especializándose en los problemas relacionados con el agua en países en vías de desarrollo.

Los esfuerzos de estos ingenieros suizos jubilados culminaron con lo siguiente:

- Una bomba que se podría construir a nivel de la raíz de la hierba en talleres minúsculos en las aldeas.
- Una bomba que se podría fabricar con las materias primas regionalmente disponibles.
- Una bomba que se podría mantener fácilmente por los granjeros.

En la figura 26 se ilustra la bomba de pedal.



Figura 26 Bomba de Pedal

3.3 Potabilización

El agua como cae de la nube es suave, y es la fuente de abastecimiento mas limpia que existe. El uso del agua de lluvia capturada ofrece varias ventajas. El agua de lluvia es sodio libre, una ventaja para las personas en dietas restrictas del sodio. La irrigación con agua de lluvia capturada promueve el crecimiento vegetal sano.

El ambiente, la superficie de la captación, y los tanques de almacenaje afectan la calidad del agua de lluvia captada. Con el tratamiento mínimo y el cuidado adecuado del sistema, la precipitación se puede utilizar como agua potable, así como para la irrigación.



El área de captación puede tener polvo, suciedad, materia fecal de pájaros y los animales pequeños, y desechos de plantas tal como hojas y ramas. El agua de lluvia prevista para el uso potable doméstico se debe tratar usando el equipo apropiado de la filtración y de la desinfección. El total de los sólidos disueltos (TDS) en el agua de lluvia, originados de la materia de partículas suspendida en la atmósfera, a razón de 2 miligramos por litro (mg/l o ppm), comparado con el TDS del agua municipal con un rango de 100 ppm a más de 800 ppm.

El contenido del sodio de un poco de agua municipal se extiende a partir de 10 porciones por millón (ppm) hasta 250 ppm. El agua de lluvia prevista solamente para la irrigación al aire libre puede no necesitar algún tratamiento a excepción de una lámina entre la superficie de la captación y el canal para guardar los desechos fuera del tanque, y, el tanque debe proveer un sistema de irrigación por goteo.

3.3.1 Sistema de recolección propio

El sistema de recolección propia de agua provee de todas las necesidades domésticas comenzando con las propias del sistema, su mantenimiento general, incluyendo el reemplazo del filtro y de la lámpara, la supervisión de la calidad del agua, y mejoras del sistema.

El agua de lluvia que recolecta el sistema es responsable del abastecimiento de agua y de calidad del agua, el mantenimiento periódico que requiere debe de incluir:

- Supervisar los niveles del tanque
- Limpieza de los canales y bajadas de agua
- Reparación y mantenimiento del sistema



-
- Adaptar un uso eficiente y práctico del agua
 - Además el sistema de recolección propio requiere de cambiar los filtros regularmente

3.3.2 Estándares de calidad del agua

A continuación se mencionan algunos contaminantes potenciales que se podrían hallar en el agua de lluvia. Para el uso de agua de lluvia como potable, el lamblia microbiológico del E. coli, de Cryptosporidium, Giardia de lamblia, los coliformes totales, legionella, coliformes fecales, y virus, son probablemente la preocupación más grande, y el agua de lluvia se debe probar para asegurarse de que no se encuentra ningunos de ellos .

PH

Cuando una gota de agua cae y se pone en contacto con la atmósfera, disuelve el bióxido de carbono naturalmente que ocurre para formar un ácido débil. El pH resultante es cerca de 5.7, mientras que un pH de 7.0 es neutral.

Partículas suspendidas

Las partículas suspendidas se refieren al humo, al polvo, y al hollín suspendido en el aire. Las partículas finas se pueden emitir por la combustión industrial y residencial, el extractor del vehículo, quemaduras controladas agrícolas, y tormentas de arena. Mientras que el agua de lluvia cae a través de la atmósfera, puede incorporar estos contaminantes.



Superficie de la captación

Cuando el agua de lluvia tiene contacto con la superficie de captación, puede lavar las bacterias, los moldes, las algas, la materia fecal, la otra materia orgánica, y/o el polvo en tanques de almacenaje. Cuanto más largo es el número continuo de días secos (días sin precipitación) mayor es la cantidad de residuos por lavar en la superficie de captación.

Tanques

La mayor filtración del agua de lluvia antes de los tanques de almacenaje, la menor sedimentación y la introducción de materia orgánica ocurrirá dentro de los tanques. La sedimentación reduce la capacidad de los tanques, y la interrupción de materia animal y vegetal puede afectar el color y el sabor del agua, además de proporcionar los alimentos para los microorganismos.

La mayoría de los tanques de almacenaje se equipan con respiradores para permitir el acceso para la limpieza. El sedimento y el lodo se pueden bombear hacia fuera o sacar con sifón usando una manguera con un embudo invertido en un extremo, sin drenar el tanque anualmente.

Tratamiento del agua

La limpieza de la azotea con agua de lluvia que es recolectada por el sistema afecta lo más directamente posible la calidad del agua capturada. Es recomendable que las ramas sobresalientes sean cortadas lejos, para evitar los desperdicios del árbol y para negar el acceso a la azotea por los roedores y los lagartos.



Para los sistemas potables, una azotea galvanizada plana o una azotea de metal con la pintura de epoxy o de látex se recomienda. El asfalto no es recomendable, pues los componentes tóxicos se pueden mezclar hacia fuera por el agua de lluvia.

Para mejorar la calidad del agua, varios métodos de tratamiento se discuten. Es la responsabilidad del instalador o del dueño de una casa individual valorar las ventajas y las desventajas de cada método para la conveniencia de la situación individual. Para el caso de la vivienda ecológica lo que se propone se presenta en el capítulo 6 de este trabajo.

Cloración

La desinfección con cloro se menciona aquí más para su valor histórico que para el uso práctico. El cloro ha sido usado desde 1908 para desinfectar el agua. El cloro debe estar presente en una concentración de 1 ppm para alcanzar la desinfección. El cloro líquido, en la forma de blanqueador de lavadero, tiene generalmente 6% de hipoclorito.

Para los propósitos de la desinfección, 0.6 litros se deben agregar por 3785 litros de agua de lluvia. Los productos del blanqueo de la casa, no son etiquetados para el uso en el tratamiento de aguas por la administración del alimento y de la droga. En cualquier caso, es una buena idea diluir cuidadosamente la fuente del cloro en un cubo de agua, y después revolver con una paleta limpia para acelerar la mezcla. Los tiempos del contacto del cloro se demuestran en la tabla 1.

El uso del cloro para la desinfección presenta algunas desventajas. Cloro combinado con la materia orgánica en forma de agua forma trihalomethanos. Este subproducto de desinfección se ha encontrado como causa del cáncer en ratas del laboratorio.



También, algunos usuarios pueden encontrar el sabor y el olor del cloro desagradables. Para tratar esta preocupación, un filtro activado del carbón se puede utilizar para ayudar a evitar el cloro.

Pruebas

El agua de lluvia recolectada debe ser probada antes y después del tratamiento para asegurar que el tratamiento está trabajando.

Agua	Temperatura del agua			
	PH	10 °C o más caliente	7.2 °C	4.4 °C o más frío
		Tiempo de contacto en minutos		
6.0	3	4	5	
6.5	4	5	6	
7.0	8	10	12	
7.5	12	15	18	
8.0	16	20	24	

Tabla 1 Tiempo de contacto del cloro en minutos

El agua de lluvia recolectada se puede probar por un laboratorio analítico comercial, el cual deberá de ser contratado por parte de la empresa que realicé la construcción de la vivienda ecológica.

Antes de capturar las muestras del agua de lluvia para probar, se debe de entrar en contacto con la entidad de prueba primero para ser informado de los requisitos para el tipo y la limpieza del envase, el volumen de muestra, el número de muestras requeridas, y los apremios del tiempo para la vuelta de la muestra. Por ejemplo, para el coliforme total de prueba, el agua se debe capturar generalmente en un envase estéril



*Vivienda ecológica, económica y auto sustentable en una comunidad rural,
reubicada debido a una obra de gran infraestructura*



proporcionado por la entidad de prueba y devuelto dentro de un máximo de 30 a 36 horas. La prueba para el pH, realizada por los laboratorios analíticos comerciales se debe hacer en sitio; otras pruebas son realizadas en menos tiempo.



Capítulo 4. Energía

En este capítulo se trata el tema de la energía, que es de suma importancia para la humanidad y que a últimas fechas se ha convertido en un problema tanto social como ecológico y que urge se pueda resolver con facilidad.

4.1 Fuentes de energía

Las fuentes de energía son elaboraciones naturales más o menos complejas de las que el hombre puede extraer energía para realizar un determinado trabajo u obtener alguna utilidad.

Desde la prehistoria, cuando la humanidad descubrió el fuego para calentarse y asar los alimentos, pasando por la edad media en la que construía molinos de viento para moler el trigo, hasta la época moderna en la que se puede obtener energía eléctrica fisionando el átomo para ver la televisión, el hombre ha buscado incesantemente fuentes de energía de las que sacar algún provecho.

Las principales fuentes de energía alterna son:

4.1.1 Energía solar

El sol es la principal fuente de la vida, y genera todas las formas de energía conocidas. Es el recurso energético más valioso y es el origen y centro de nuestro sistema planetario.

El sol es la fuente de energía menos aprovechada y constituye una fuente inagotable de energía, siempre disponible y no contaminante, gratuita y no dañina, de rendimientos



decrecientes en costos, en virtud de que tanto las celdas fotovoltaicas como los paneles para calentamiento van siendo cada vez más accesibles. El sol tampoco está sujeto a presiones geopolíticas, como el petróleo y es aprovechable a niveles tecnológicos accesibles.

México dispone de un potencial energético a partir del sol, ya que en toda la superficie de la República el sol esta presente. En la figura 27 se muestra un mapa de la República Mexicana donde se muestran las horas de insolación promedio anual.

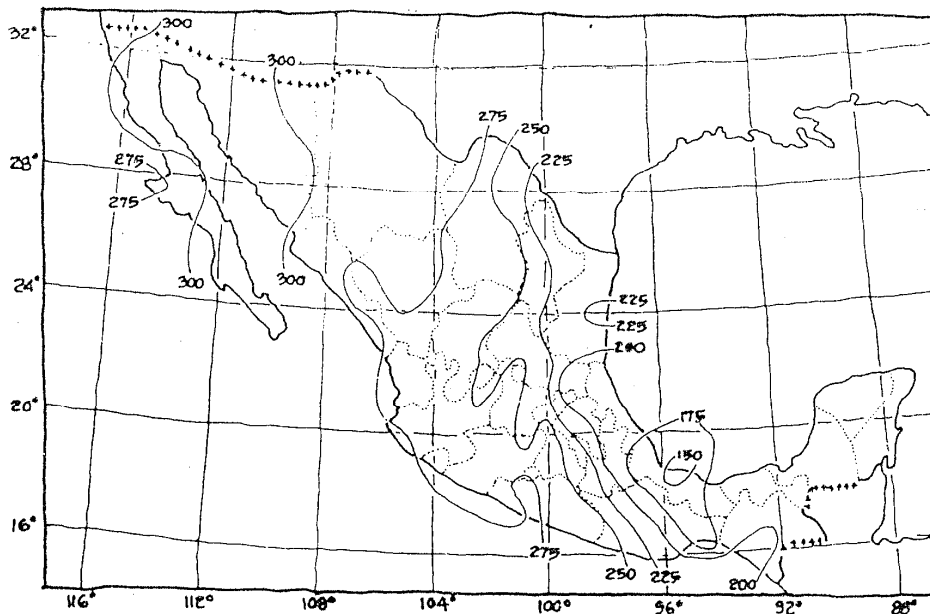


Figura 27 Horas mensuales de insolación

La energía solar es aprovechada para la generación de electricidad.

4.1.2 Energía eólica

La energía eólica es la generada por la fuerza del viento.



En México el aprovechamiento de este recurso no se ha explotado, no obstante de disponer ventajosamente de este elemento en casi toda la República.

En México se aprovecha principalmente, aunque todavía de forma incipiente, para bombeo de agua, aunque ya existen diseños de máquinas de viento para generación de electricidad a pequeña escala, véase la figura 28.

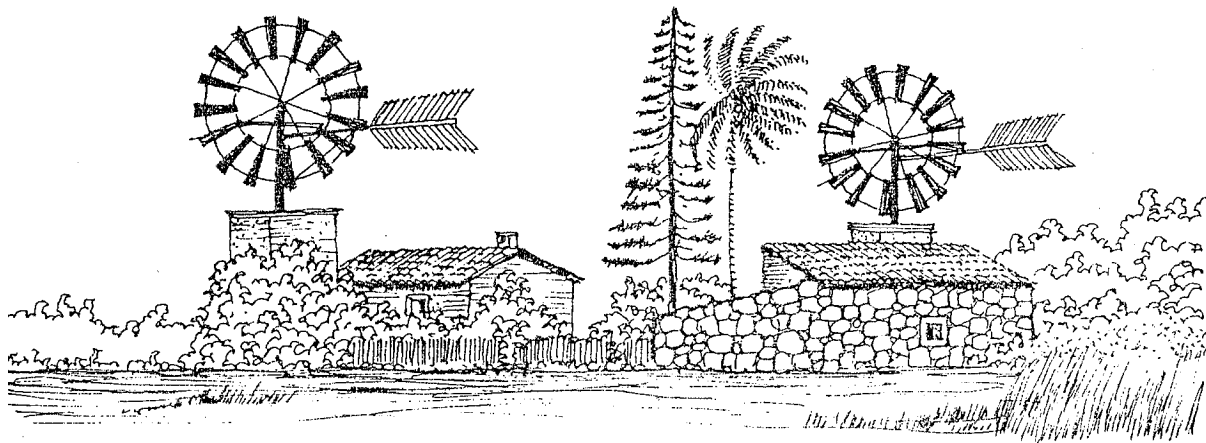


Figura 28 Máquinas de viento para generación de energía a pequeña escala

4.1.3 Energía geotérmica

La energía geotérmica, es decir, la energía procedente del calor interior de la tierra, es otra de las posibilidades viables y sin peligros de contaminación.

Existen grandes reservas subterráneas de calor utilizable, que pueden ser extraídas en forma de agua caliente y vapor seco. Algunos países han empleado el calor extraído del interior de la tierra, para accionar turbogeneradores para generar energía eléctrica.

La energía geotérmica tiene evidentes desventajas; solo puede ser explotada en lugares geológicamente favorables.

4.1.4 Energía hidráulica

Otro método más tradicional de aprovechar la energía de las aguas, es para hacer girar una bobina de alambre dentro de un campo magnético.

En este caso, la energía del agua se convierte en energía mecánica y esta, a su vez, en electricidad, véase la figura 29.

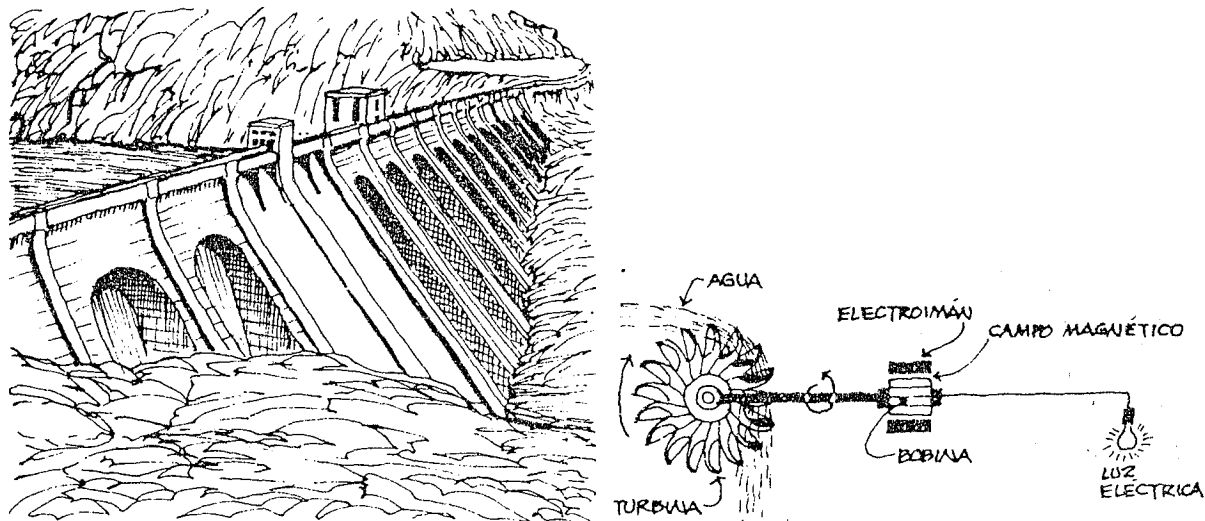


Figura 29 Generación de energía por medio del agua

4.1.5 Energía nuclear

Consiste en utilizar la radioactividad, convirtiéndola en energía calorífica o eléctrica.

En México se ha desarrollado la industria uranífera y se ha impulsado la núcleo eléctrica; prueba de ello es la núcleo eléctrica de “Laguna Verde” con muchos problemas todavía no resueltos, como la eliminación de los productos secundarios o residuos contaminados, y por otro lado la continua emisión de partículas radiactivas.



4.1.6 Energía maremotriz

Una gran reserva de energía la contienen los océanos que cubren el 70% de la superficie de la tierra; lo más evidente de esta fuerza es la marea que yendo y viniendo dos veces al día, mueve millones de toneladas de agua por acción de la fuerza de gravedad de la luna y del sol.

Existen ya algunas centrales de energía generada por las mareas; en Francia y en Norteamérica, véase figura 30.

En ellas, el agua penetra dos veces al día en el estuario y se retira arrastrando más de un millón de m³ por minuto, provocando diferencias de nivel de más de 14 metros, que son aprovechadas para producir energía eléctrica.

México tiene casi 10 mil kilómetros de costas, con un potencial de producción de energía en espera de ser explotado.

4.2 Energía producida por la radiación solar

La energía eléctrica puede generarse directamente a partir de la radiación solar.

Convertir la luz en electricidad utilizando paneles fotovoltaicos, tiene sus bases en las propiedades de algunos sólidos que conocemos como semiconductores que al exponerse a la radiación solar generan una carga eléctrica.

Los semiconductores son los componentes fundamentales de los paneles fotovoltaicos.



La primera aplicación de los semiconductores o monocristales de silicio puro fue para el suministro de energía a satélites artificiales.

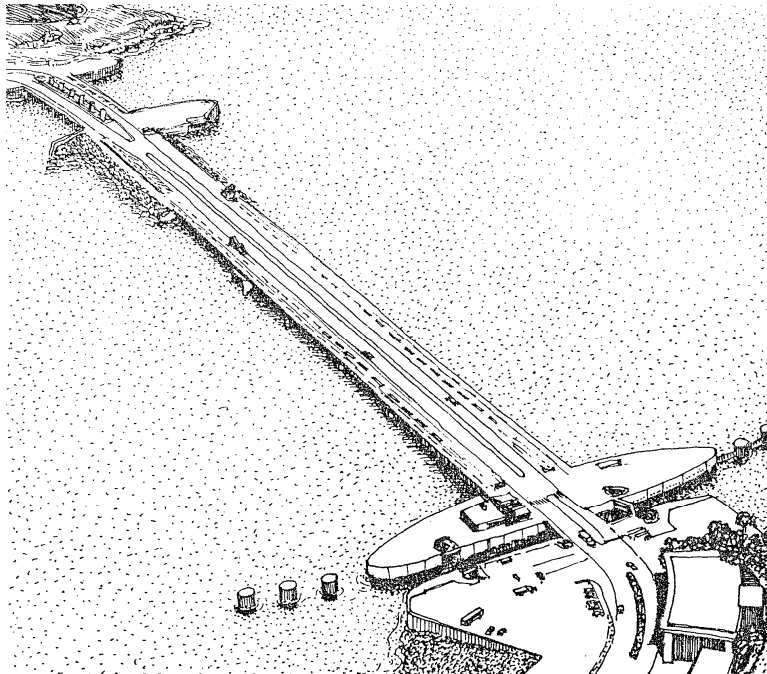


Figura 30 Central maremotriz en Francia

Al incidir la radiación solar sobre la celda fotovoltaica, la energía solar se transmite a los electrones del semiconductor, al chocar un fotón de luz con un átomo del monocristal con la suficiente energía como para sacar al electrón de su posición fija o banda de valencia y moviéndolo libremente en la banda de conducción, hasta dejar un hoyo o lugar para otro electrón en el lugar del choque; estos hoyos pueden moverse si un electrón inmediato deja su lugar para ocuparlos. Así se crea una corriente si los pares de electrones y hoyos que actúan como cargas positivas se separan por un voltaje intrínseco en el material de la celda. La creación y el control de este voltaje ha hecho posible la electrónica de los semiconductores. La unidad básica de los sistemas fotovoltaicos consiste en una conexión de celdas en serie y en paralelo, formando un

panel para generación de corriente directa. En la figura 31 se muestra un diagrama para la generación de energía solar fotovoltaica.

Estos paneles fotovoltaicos, también llamados generadores fotovoltaicos, baterías solares, o colectores heliovoltaicos, están compuestos por un cierto número de células fotovoltaicas conectadas entre sí.

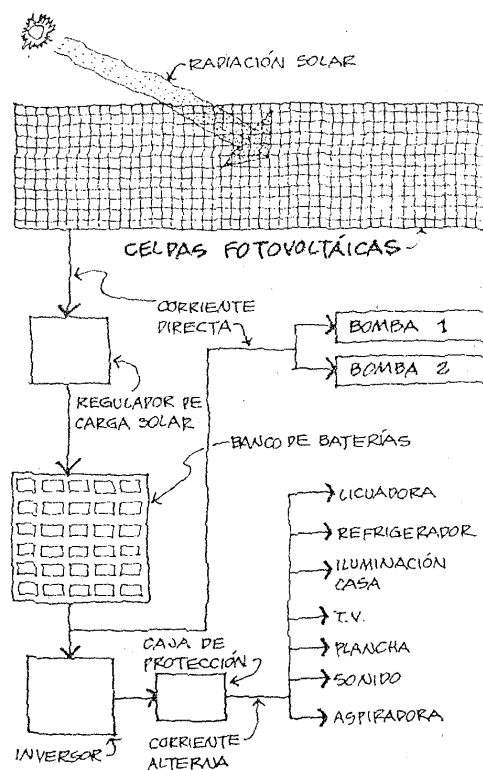


Figura 31 Diagrama de generación de energía solar fotovoltaica

Este revolucionario sistema comenzó a dar resultados en 1954 cuando Pearson, Chapir y Fuller inventaron la célula fotovoltaica.

4.2.1 Célula solar fotovoltaica

Cada unidad que integra el panel fotovoltaico es una pequeña placa de silicio de aproximadamente 10 cm por lado y 4 a 5 mm de espesor, ver figura 32.

El silicio es un metaloide extraído de la sílice, que transforma la luz solar en corriente eléctrica.

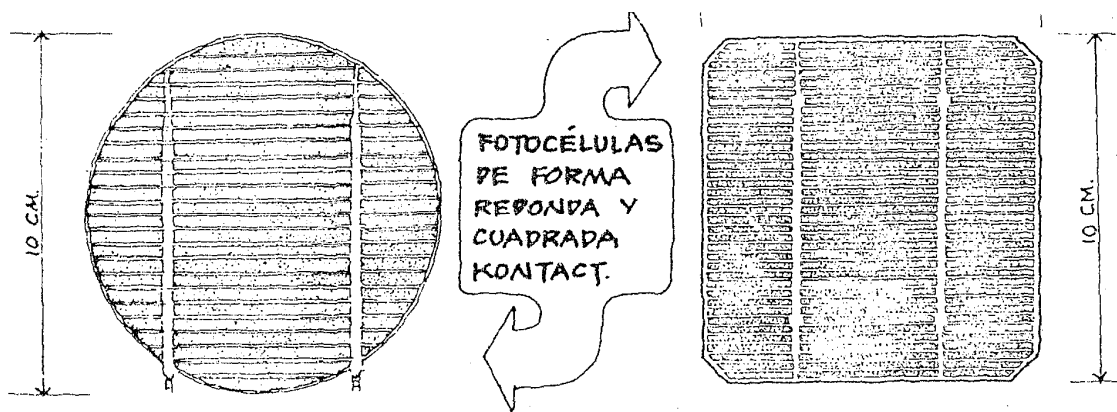


Figura 32 Fotocélulas

Los paneles fotovoltaicos formados por estas células son altamente resistentes a la degradación, lo que se obtiene mediante un sistema de metalización de alta tolerancia a los ambientes corrosivos, a la humedad y al aire.

Están protegidos por capas interpuestas de vidrio templado, encapsulante polimérico, una barrera climática de poliéster, una lámina metálica y una superficie de reverso de resina sumamente resistente.

Por lo general los paneles contienen 34 ó 36 unidades monocristalinas o policristalinas de silicio, conectadas en serie entre sí, formando por lo general 4 hileras doblemente interconectados para reducir al máximo las fallas eléctricas.

En la figura 33 se muestra un módulo fotovoltaico.

Los fabricantes de los paneles fotovoltaicos modernos, colocan los grupos de células ya armados en un marco de aluminio anodizado que proporciona soporte y estructura, alta resistencia a todo tipo de ambientes y facilidad de acoplamiento con otros paneles fotovoltaicos.

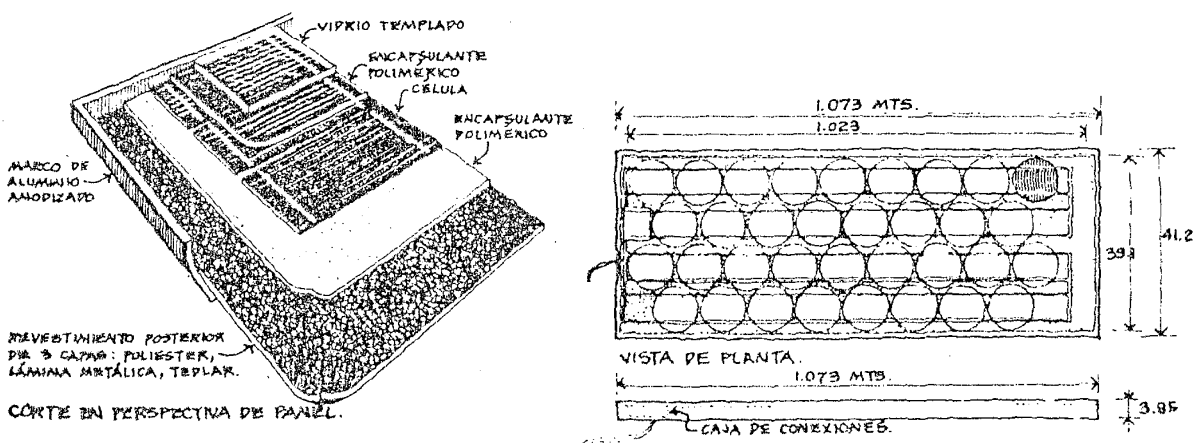


Figura 33 Panel o módulo fotovoltaico

Para alambrear los módulos; se conectan los alambres a los botones roscados o a las terminales eléctricas; negativos y positivos que se encuentran en la parte posterior del panel.

4.2.2 Accesorios para una instalación fotovoltaica

Para una correcta instalación de los paneles fotovoltaicos será necesario lo siguiente:

Módulo fotovoltaico

Deben colocarse orientados al sur para aprovechar al máximo la radiación solar.



El ángulo de inclinación estará en función del suelo horizontal, y deberá coincidir con el de la latitud del lugar donde se instala, con una variación máxima de 10° .

Es importante que cuando se conecten varios módulos, guarden entre sí iguales características.

En la figura 34 se muestra un módulo fotovoltaico.

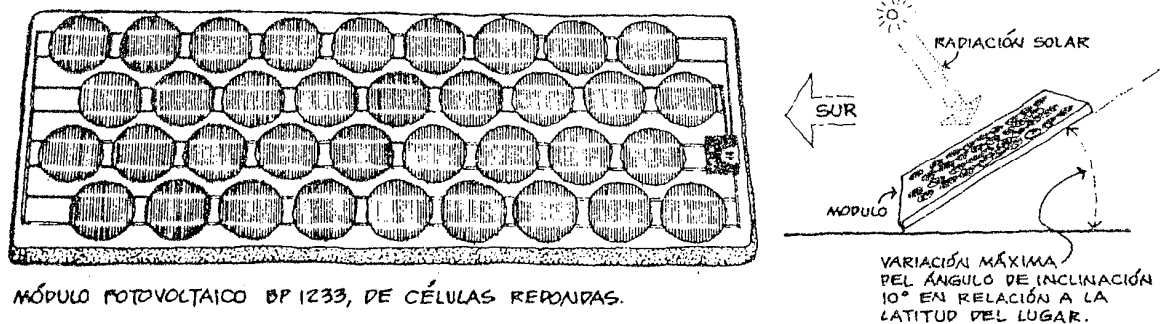


Figura 34 Módulo fotovoltaico

Regulador

Su función es evitar la sobrecarga de la batería

Batería

La corriente producida por los paneles, se almacenará en las baterías que deben colocarse en un lugar bien ventilado, protegidas de cambios bruscos de temperatura y de las inclemencias del tiempo.

Cables

Para una instalación solar fotovoltaica el tendido de cables debe ser lo más corto posible, para reducir pérdidas de energía por caída de tensión.

En la figura 35 se muestra un esquema de montaje de un sistema solar fotovoltaico Kontakt.

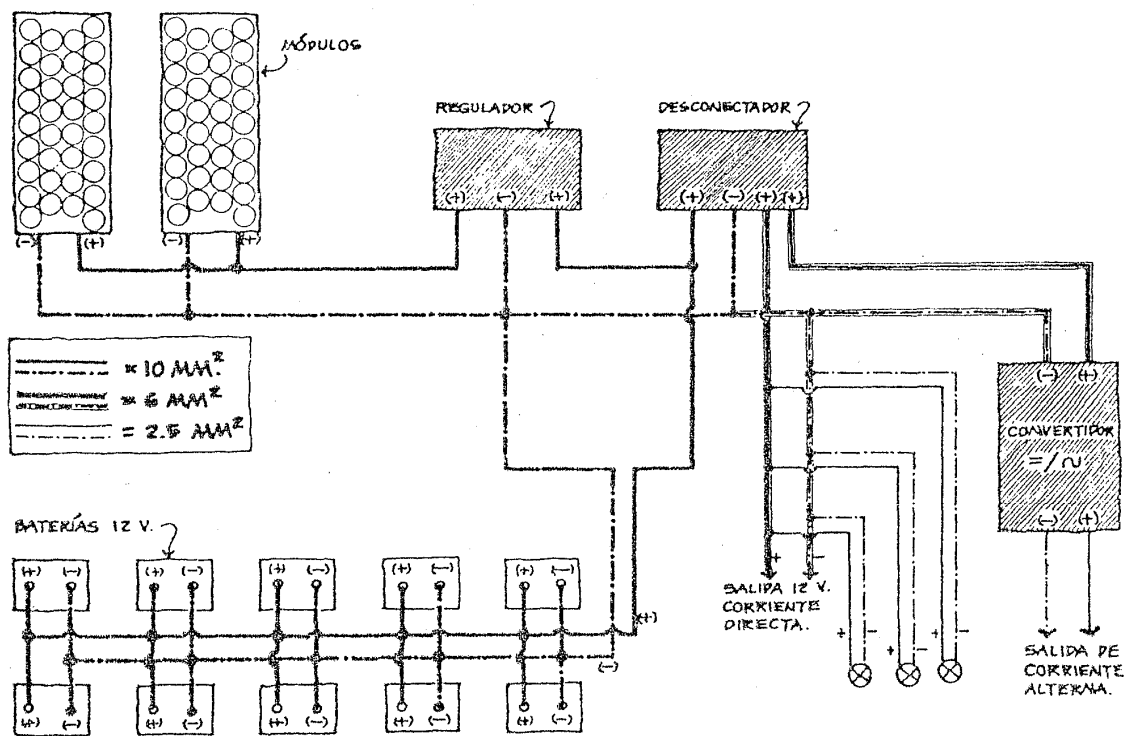


Figura 35 Esquema de montaje de un sistema solar fotovoltaico Kontakt

4.2.3 Energía eléctrica solar para bombeo hidráulico

Existen 3 opciones de bombas de agua impulsadas por energía solar.



1. Bomba para pozo de sondeo. Para la extracción de agua de perforaciones o pozos profundos hasta 17 m de profundidad.
2. Bomba de aire centrifugado que funciona a una profundidad no mayor de 7 m para la extracción de aguas de superficie.
3. Motobomba sumergible para la extracción a una profundidad superior de los 15 m, hasta los 70 m.

4.3 Energía eólica

Los molinos de viento existen desde antes de nuestra era. En Persia, Egipto y China se utilizaban máquinas de viento muchos siglos A.C. y en Babilonia 17 siglos A.C. se utilizaron molinos para regar las llanuras de Mesopotamia.

Los molinos de viento fueron utilizados en Europa desde la edad media, extendiéndose su utilización por Grecia, Italia y Francia a través de las cruzadas.

En el siglo 14 Holanda perfecciona el diseño de los molinos y los utiliza para drenaje.

Las máquinas de viento no sólo se utilizaron para drenar agua, sino también para extraer aceites de semillas; principalmente de nueces, machacar trigo y moler gran, de ahí su nombre de molinos que proviene de este tipo de utilización. El nombre correcto para estas máquinas sería el de aeroturbinas, aeromotores o máquinas de viento.

En la figura 36 se muestra un molino holandés.

Para tener una idea de la importancia que adquirió la energía eólica, basta decir que en el siglo 18 los holandeses tenían instalados y en funcionamiento alrededor de 20,000 molinos que les generaban poco más de 20 kilowatts al año por molino, energía nada despreciable para las necesidades de aquella época.

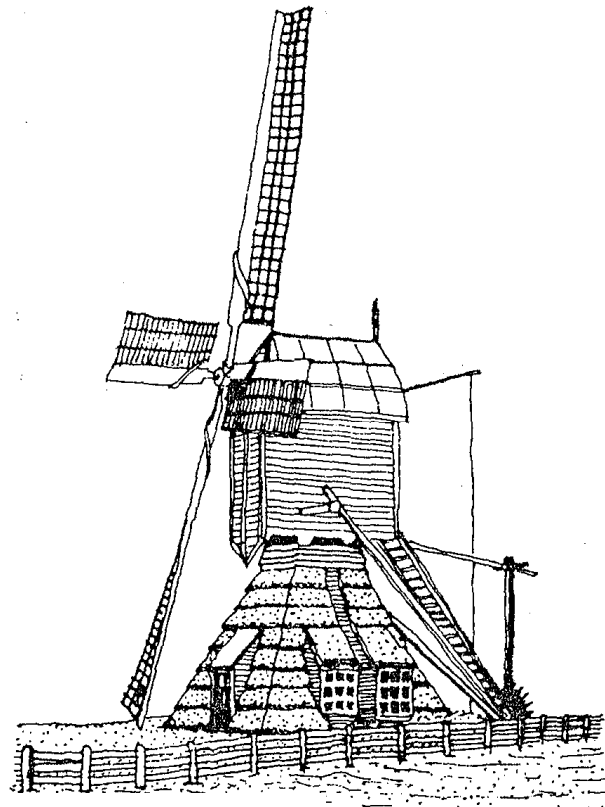


Figura 36 Molino holandés

En el año de 1900, Dinamarca tenía instalada una potencia eólica de 200 megawatts.

Antes de la segunda guerra mundial se realizó en Alemania un proyecto a base de torres de 300 m de altura con 3 a 5 rotores de 50 m de diámetro. Cada una de estas torres sería capaz de producir 75 megawatts hora al año. El inicio de la puesta en marcha de este proyecto fue destruido por un bombardero. Ver figura 37.

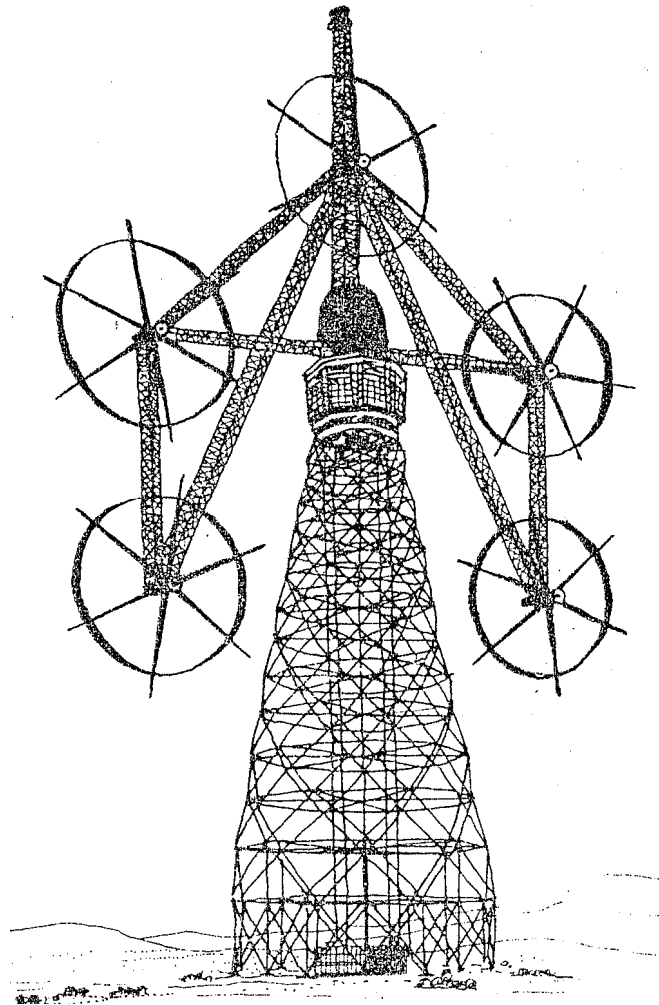


Figura 37 Torre alemana de 300 metros de altura

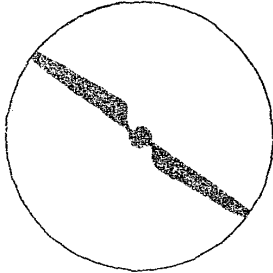
En la figura 38 se muestran los principales rotores eólicos, tanto de eje horizontal como de eje vertical.

4.3.1 Comparación entre aeroturbinas lentas y rápidas

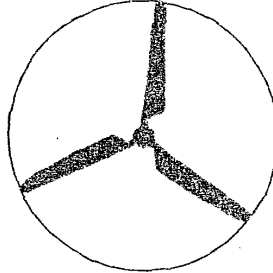
Sin tratar de establecer un pugilato entre ambos tipos de máquinas, cosa que no tendría sentido, vamos a enumerar una serie de reflexiones sobre las mismas:



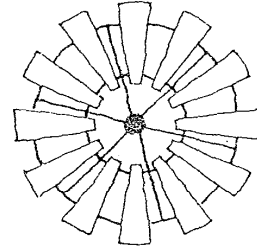
ROTORES EÓLICOS DE EJE HORIZONTAL.



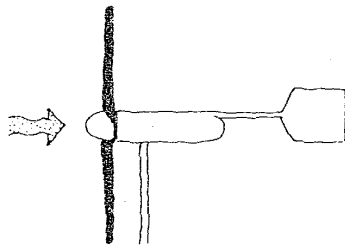
BIPALA



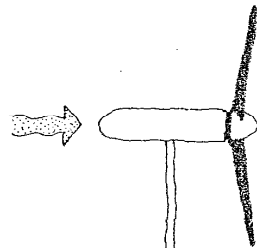
TRIPALA



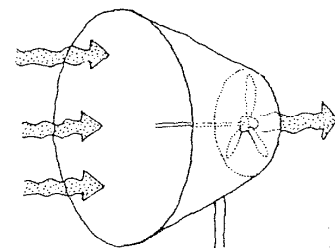
MULTIPALA AMERICANO



ROTOR A BARLOVENTO

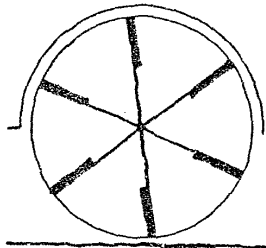


ROTOR A SOTAVENTO

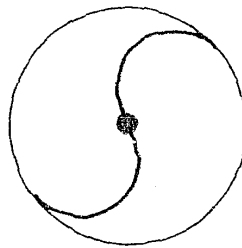


CONCENTRADOR

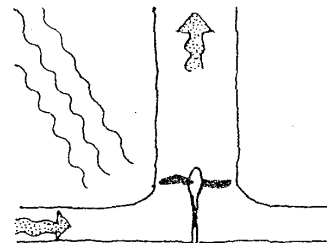
ROTORES EÓLICOS DE EJE VERTICAL.



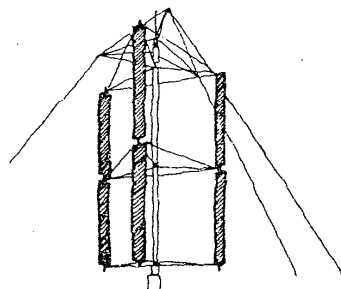
TIPO PERSA



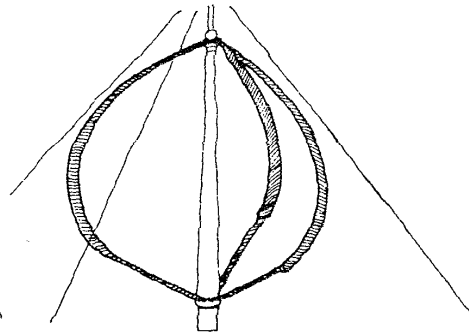
SAVONIUS



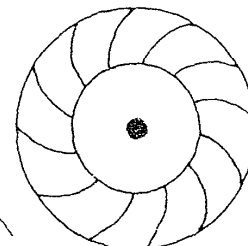
CHIMENEA



GIROMILL



DARRIEUS



TURBIWA

Figura 38 Principales rotores eólicos



- La colocación de un aeromotor lento está obligada, en muchos casos, por las velocidades de viento previsibles, que no llegan a hacer rentable una máquina rápida.
- Las aeroturbinas rápidas dan mejores rendimientos, el coeficiente de potencia es más alto y la potencia que suministran no sólo será afectada por el factor de rendimiento, sino que, como funcionan a velocidades de viento más altas y suelen tener mayor diámetro, su potencia es mayor.
- Los molinos americanos son recomendables para el bombeo de agua.
- La fabricación de los molinos lentos es más fácil que la de los rápidos, sobre todo en el proceso de fabricación de las palas del motor.
- El rotor de una máquina rápida está formado por perfiles aerodinámicos que requieren una construcción especial, no sólo por efectos aerodinámicos, sino por efectos estructurales.
- Las máquinas rápidas funcionan por efectos de sustentación del viento y las lentas por efecto de resistencia.

En la figura 39 se muestran dos máquinas, una eólica lenta y una eólica rápida.

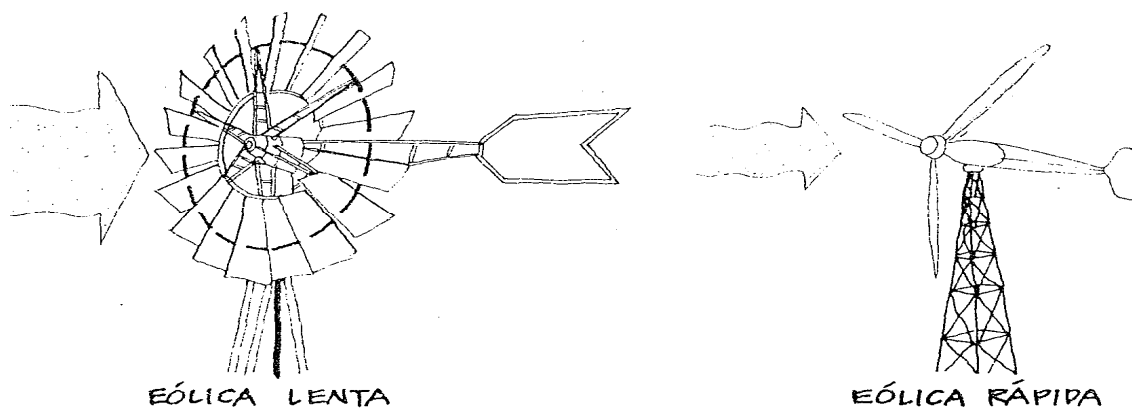


Figura 39 Aeroturbinas rápidas y lentas



4.3.2 Dispositivos de orientación

Uno de los principales problemas que plantean los molinos de eje horizontal es la necesidad de orientarlos, de tal forma que el viento incida perpendicularmente al disco del rotor, con el fin de que se pueda conseguir la máxima potencia, a base de que incida la mayor cantidad de masa de aire en movimiento, para sustraer la mayor cantidad posible de energía cinética.

Con este fin existen diversos tipos de sistemas que nos permiten orientar la máquina:

- Las veletas, molinos auxiliares, dispositivos autorientables y servomotores.

Las veletas son dispositivos de orientación situados en la continuación del eje del rotor y que tienen por finalidad orientar el molino en la dirección del viento.

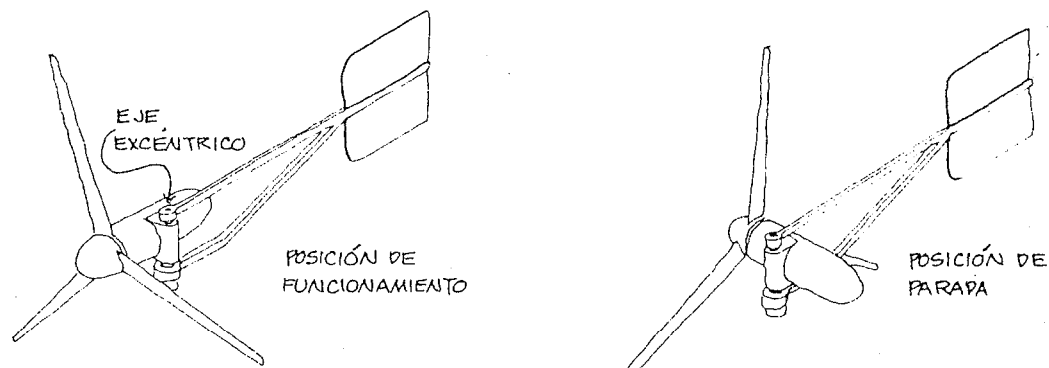
Están constituidas por una superficie plana metálica o de madera sobre la que el viento ejerce una presión en el momento que no está orientada paralelamente a la velocidad de la vena fluida. Esta presión ejerce un par de giro que orienta la máquina.

Otro procedimiento de orientación de las máquinas eólicas es la utilización de rotores auxiliares situados en un plano ortogonal al plano del rotor del molino. Cuando éste no está orientado en la dirección correcta, el eólico auxiliar comienza a girar y hace que la máquina principal se oriente correctamente.

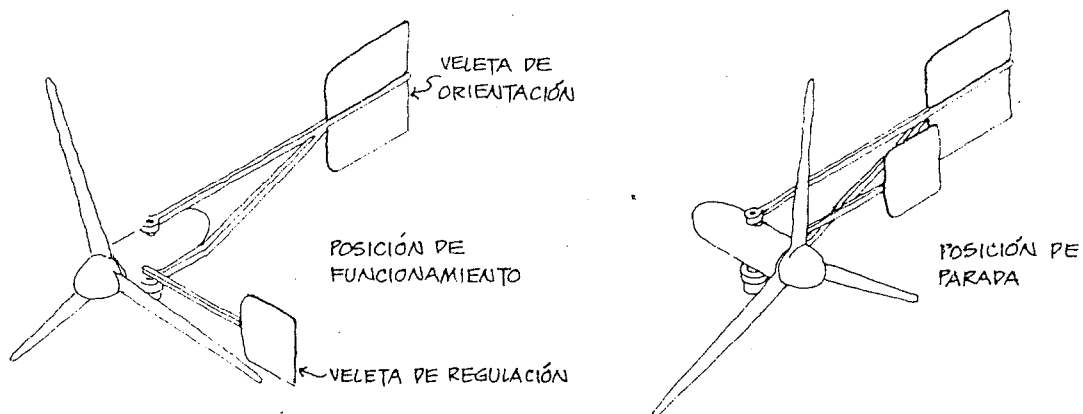
Se puede conseguir que una máquina eólica sea autorientable, sin más que disponer el rotor a sotavento de la torre, de forma que el viento incida antes en la góndola del molino que en el rotor. Claro que este sistema implica interferencia al estar el rotor situado detrás de la torre y, por ello, se deberán construir góndolas y torres que presenten poca resistencia.

Otro dispositivo muy importante en una máquina eólica es la regularización, que además servirá de protección de dicha máquina para velocidades de viento superiores a las admisibles bajo el punto de vista estructural.

En la figura 40 se muestra el funcionamiento de los sistemas de orientación.



SISTEMA DE REGULACIÓN POR ORIENTACIÓN DEL ROTOR, QUE APROVECHA EL EMPUJE AERODINÁMICO SOBRE UNA RÓTULA EXCÉNTRICA.



SISTEMA DE REGULACIÓN POR ORIENTACIÓN DEL ROTOR, ACCIONADO POR UNA VELETA AUXILIAR.

Figura 40. Sistemas de regulación por orientación del rotor



4.3.3 Instalación de hidrobombeo para almacenamiento en embalses de superficie y generación de energía eléctrica.

El almacenamiento de la energía es la única solución para subsanar la irregularidad del suministro y la demanda de la potencia producida por las máquinas de viento. El primer problema de las altas y bajas en la salida, puede resolverse conectándose a la red de distribución eléctrica cuando este es posible, y en este caso, es aconsejable colocar algún almacenamiento a corto plazo para evitar pequeñas interferencias entre la red y el aerogenerador.

Una segunda alternativa de almacenamiento es el hidrobombeo. Este consiste en bombear agua a un depósito, situado a una altura suficiente para poder recuperarla posteriormente a través de una turbina generadora de energía eléctrica. De la misma forma se puede almacenar aire comprimido en tanques especiales para recuperarlo a través de una turbina en forma de energía eléctrica. También se puede almacenar la energía eólica utilizando hidrógeno como fluido energético, obteniéndolo con el principio de la electrólisis, generada por la corriente que produce el propio aerogenerador.

Utilizando volantes de inercia, también es posible el almacenamiento, que consiste en acelerar un sistema de inercial en forma de volante sobre su eje, que deberá tener pérdidas mínimas por rozamiento.

La capacidad de almacenamiento depende de su masa, del cuadrado de la distancia entre esta al eje y del cuadrado de la velocidad de giro.

En todos los casos, aunque existen diferentes formas de almacenamiento de la energía, todas complican y encarecen su aprovechamiento.

Lo conveniente es siempre recurrir a aplicaciones directas.



Para las aeroturbinas pequeñas, las posibilidades son mayores: bombeo de agua para riego, bombeo de aire comprimido, sistemas de ventilación o desalinización del agua de mar por proceso de ósmosis inversa y otros tantos.

4.3.4 Aprovechamiento de las turbinas eólicas

La energía obtenida con las máquinas de viento a través del rotor, es mecánica.

Durante muchos años la forma clásica de utilizar esa energía mecánica, era acoplar al eje del motor unas muelas de grano, para molerlo; de ahí su nombre inicial de molinos, o bien a una bomba de agua.

Utilizar hoy, a finales del siglo XX, turbinas eólicas para moler grano, sería obsoleto; pero bombear agua, aire o producir electricidad resulta de mayor interés.

Tanto el bombeo de agua para instalaciones de riego como para alimentar turbinas hidroeléctricas, se adaptan a la irregularidad en el suministro de energía, característico de los sistemas eólicos.

Los sistemas más usuales para bombeo son: con bomba de pistón que funciona con velocidades bajas, adecuado para rotores multipala y savonius. Con bomba de tornillo helicoidal utilizada desde tiempos antiguos por los holandeses. Con bombas centrífugas que son las más adecuadas para adaptarlas a los aerogeneradores rápidos. Con bombeo por transmisión utilizado en pozos profundos o cuando la turbina está alejada del punto de bombeo. Otros bombeos son el eléctrico y el de compresión de aire. La producción de energía eléctrica puede ser para corriente directa o alterna, siendo el más conveniente el de generar corriente directa, almacenarla y convertirla en alterna mediante un inversor.

En la figura 41 se muestra la instalación de bombeo.

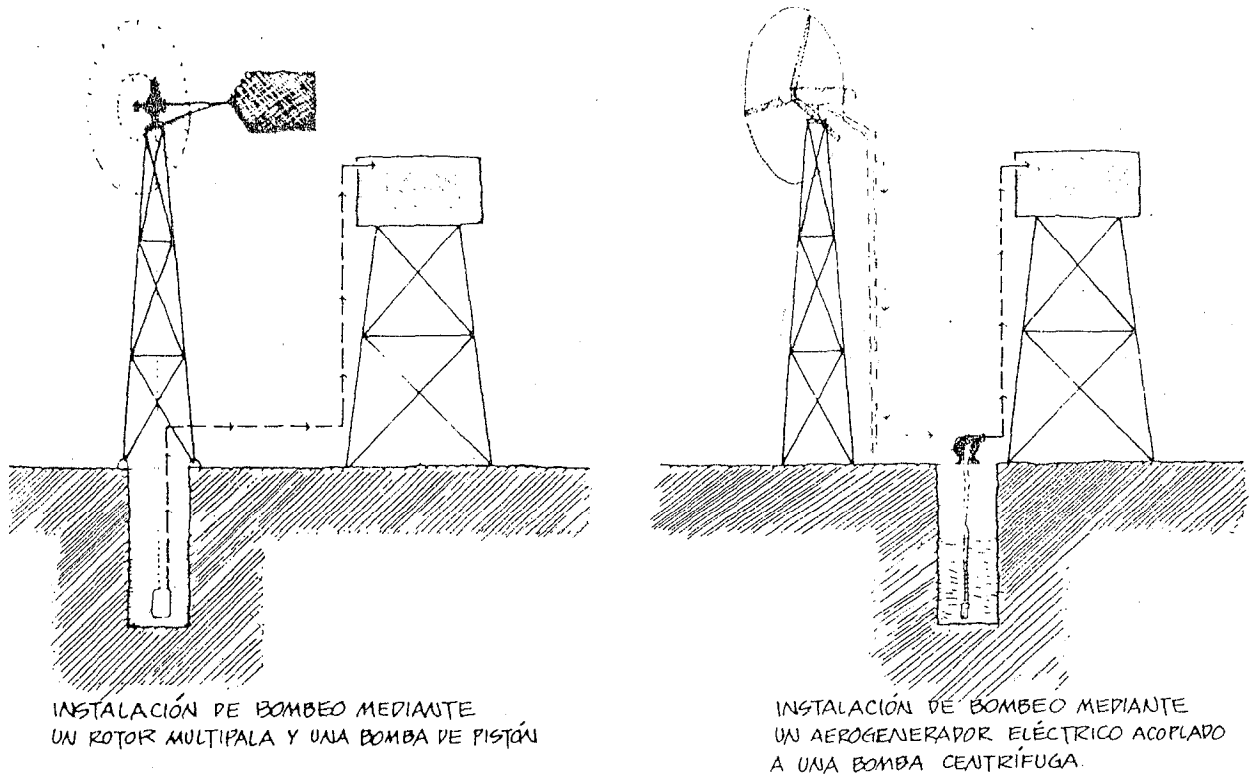


Figura 41 Instalación de bombeo

Los aerogeneradores de eje vertical fueron inventados por Darrieus en los años veinte.

A finales de los 60 en Canadá se iniciaron los estudios y ensayos sobre este tipo de aerogeneradores que hoy constituyen uno de los modelos eólicos que mejores características presentan para su desarrollo.

En la figura 42 se muestra el aerogenerador Darrieus de eje vertical, cuyas características técnicas, se muestran en la tabla 2.



Características técnicas del Darreius		
Potencia		400 kw
Rotor	Tipo	Darreius
	# de palas	2
	Diámetro	25 m
	Altura	22 m
	Perfil	Naca 3300
Generador	Tipo	Corriente continua
	RPM	1600
Condiciones de Operación	Veloc. Arranque	6 m/s
	Veloc. Diseño	13 m/s
	Veloc. Desconexión	17 m/s
	Veloc. Régimen	80 rpm

Tabla 2 Características técnicas del Darreius

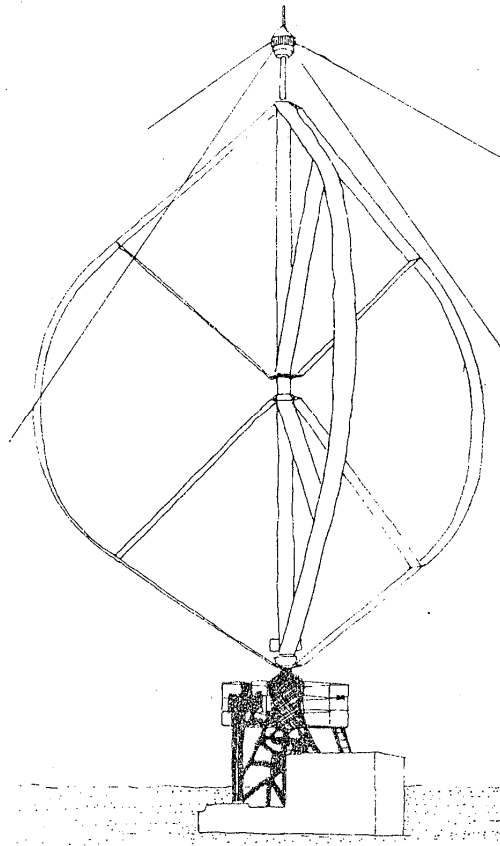


Figura 42 Aerogenerador Darreius de eje vertical



El famoso multipala americano, que jugó un papel decisivo en la colonización del Oeste de los Estados Unidos, consistía en un rotor multipala acoplado a una bomba de pistón. Véase figura 43.

Esta máquina de viento es mucho más ligera que todas sus antecesoras.

Tenía un rotor de 3 m de diámetro, montado sobre un eje horizontal en la parte superior de una torre generalmente metálica.

Alcanzaba potencias de 125 w. Con velocidad de viento de 25 km/h, y tenía una capacidad para bombear 150 l/min a 8 m de altura.

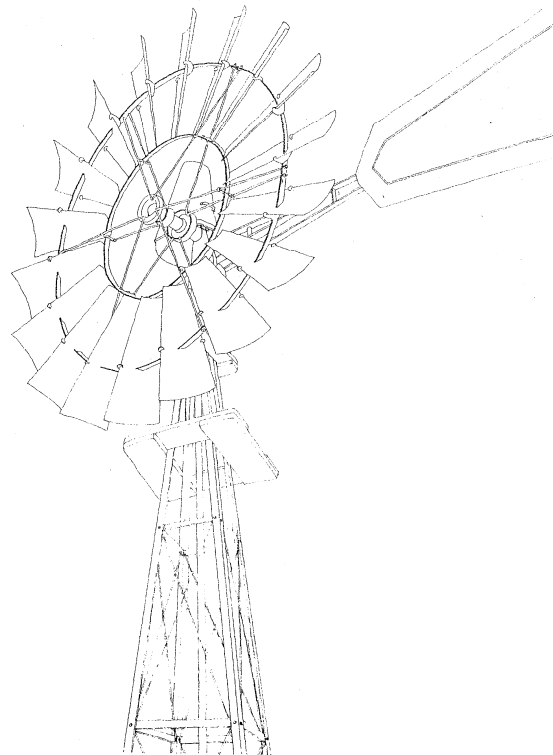


Figura 43 Molino multipala americano



Se estima que la energía que contienen los vientos es más o menos el 2% del total de la energía solar que llega a la tierra.

Aunque en la práctica sólo podría ser utilizada una parte muy reducida de esa cantidad, la energía del viento reúne las características para un aprovechamiento rentable.

De todas las energías, la solar y la eólica son las que se encuentran mejor distribuidas, pero la mayor dificultad para su aplicación radica en la irregularidad de su producción energética que obliga a instalar costosos sistemas de almacenamiento para adaptar el suministro a la demanda.

En el campo de la producción de electricidad a gran escala, un inconveniente grave está en los límites de potencia en plantas de producción eléctrica.

En aplicaciones más pequeñas, la energía eólica tiene grandes posibilidades de desarrollo a corto plazo. Los inconvenientes de las plantas de tamaño pequeño, se convierten en ventajas y en un modelo de producción de energía descentralizada.

En la figura 44 se muestra un aerogenerador diseñado y construido en Dinamarca, cuyas características se muestran en la tabla 3.

Características técnicas del aerogenerador danés		
Potencia		630 kw
Rotor	Tipo	Hélice tripala
	# de palas	3
	Diámetro	40 m
	Altura	ND
	Perfil	Barlovento
Generador	Tipo	Asíncrono
	RPM	ND
Condiciones de operación	Veloc. Arranque	5 m/s
	Veloc. Diseño	13 m/s
	Veloc. Desconexión	25 m/s
	Veloc. Régimen	34 rpm

Tabla 3 Características técnicas del aerogenerador danés

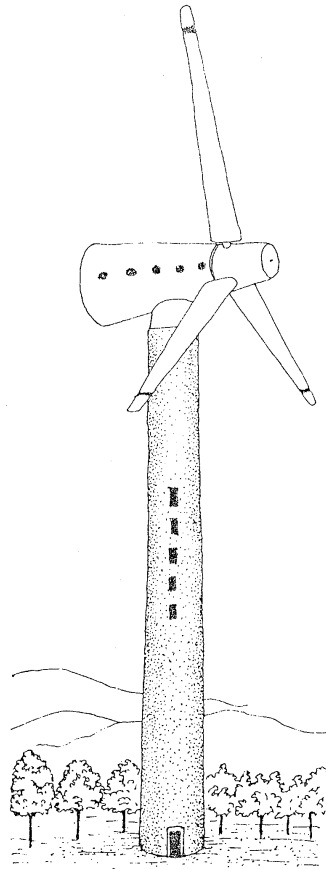


Figura 44 Aerogenerador diseñado y construido en Dinamarca

4.3.5 Almacenamiento de energía

En el campo de las máquinas de baja potencia, los problemas de almacenamiento hacen que el costo sea menos importante, no así la versatilidad del sistema, que desempeña un papel fundamental para adaptarse a la multiplicidad de usos que se requieren en los sistemas eólicos autónomos.

El sistema más utilizado ha sido siempre el de baterías, que presenta buenas características para aplicaciones de baja potencia. Las baterías más baratas y más comúnmente empleadas, son las de plomo-ácido que se utilizan en automóviles. El

inconveniente de estas baterías es que no soportan bien los continuos ciclos de carga y descarga completa y tienen una vida útil de 5 a 7 años.

En la figura 45 se muestra el sistema de almacenamiento por baterías.

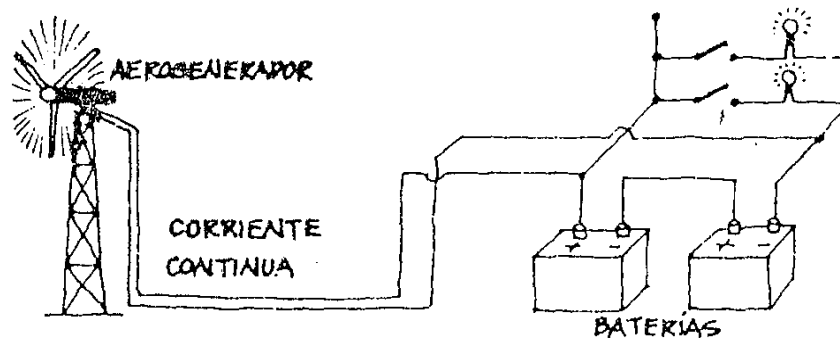


Figura 45 Sistema de almacenamiento por baterías para instalaciones de baja potencia

4.3.6 Futuro de la energía eólica

En el futuro las máquinas eólicas quizá estén encaminadas a la creación de grandes máquinas de eje horizontal, o incluso su posible utilización masiva esté orientada al empleo de muchas máquinas de potencias medias en plantas de energía eólica, en las cuales además se diversifica el proceso de descomposturas.

Un aspecto muy importante es la comercialización de máquinas eólicas de eje vertical como la Darrieus.

Pero existe además otro aspecto muy interesante que puede dar lugar a una tercera generación de máquinas eólicas. Estas máquinas totalmente diferentes a las tradicionales, se basan en originar potencia creando corrientes artificiales, es decir, masas de aire girando a gran velocidad en torno a un eje.

4.4 Energía eólico-solar

Se puede dar la combinación de la energía eólica con la solar.

Para la utilización de este sistema es necesario realizar un análisis del potencial eólico y solar en el sitio donde se pretenda instalar, para determinar con precisión el tamaño y potencia del aerogenerador, así como la cantidad de celdas fotovoltaicas y acumuladores que deberán usarse.

El estudio económico es indispensable para elegir este sistema, tomando en cuenta el costo de la energía eléctrica producida. En la figura 46 se muestra un diagrama de generación de electricidad con sistema combinado de fotoceldas y aerogenerador.

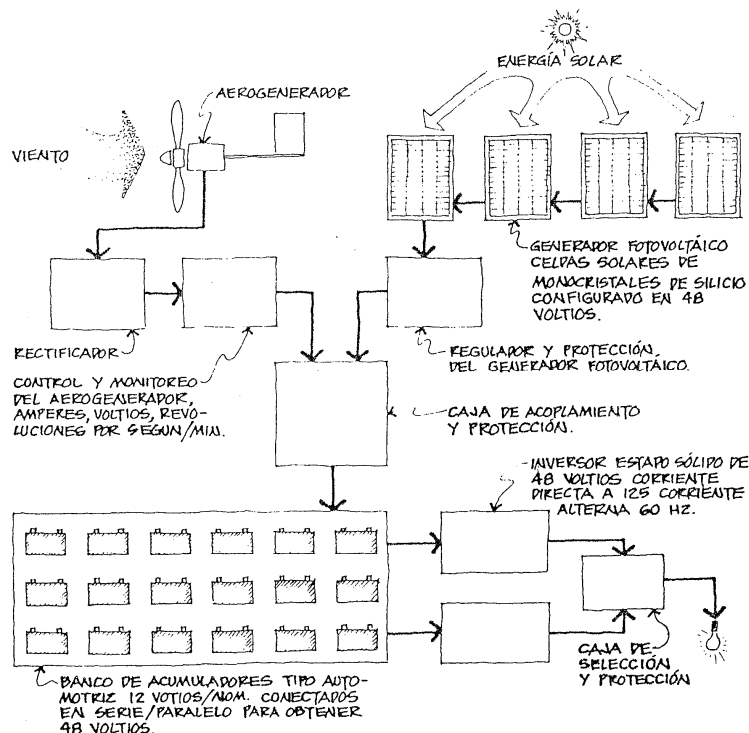


Figura 46 Sistema de generación de electricidad con sistema combinado de fotoceldas y aerogenerador



Capítulo 5. Desechos

Se entiende por desecho todo aquello que no se puede o no es fácil aprovechar considerándose como inservible o inútil.

5.1 Clasificación de desechos

Los desechos pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos. En términos generales se pueden considerar como desechos sólidos a las basuras, líquidos a las aguas servidas y gaseosos a los gases.

Las basuras se componen de residuos animales, vegetales y minerales procedentes de las actividades diarias.

Los desechos tienen importancia para la salud pública porque pueden originar directamente enfermedad, padecimientos o constituir un medio apropiado para el desarrollo de elementos nocivos para la salud.

Consecuentemente, se deben confinar y eliminar o tratar los desechos, ya que con esto se evitan focos de infección, alojamiento y multiplicación de vectores.

En la figura 47 se muestran los desechos que se pueden producir.

5.1.1 Los desechos en el medio ambiente y su saneamiento

Si el medio ambiente es insalubre, constituye un problema tan importante que puede juzgarse posiblemente, el mayor para la salud pública. Se aprecia su importancia cuando faltan o son deficientes los equipos para el alejamiento y las instalaciones para

el tratamiento de los desechos, situación que se asocia con frecuencia a la carencia de dotación adecuada de agua.

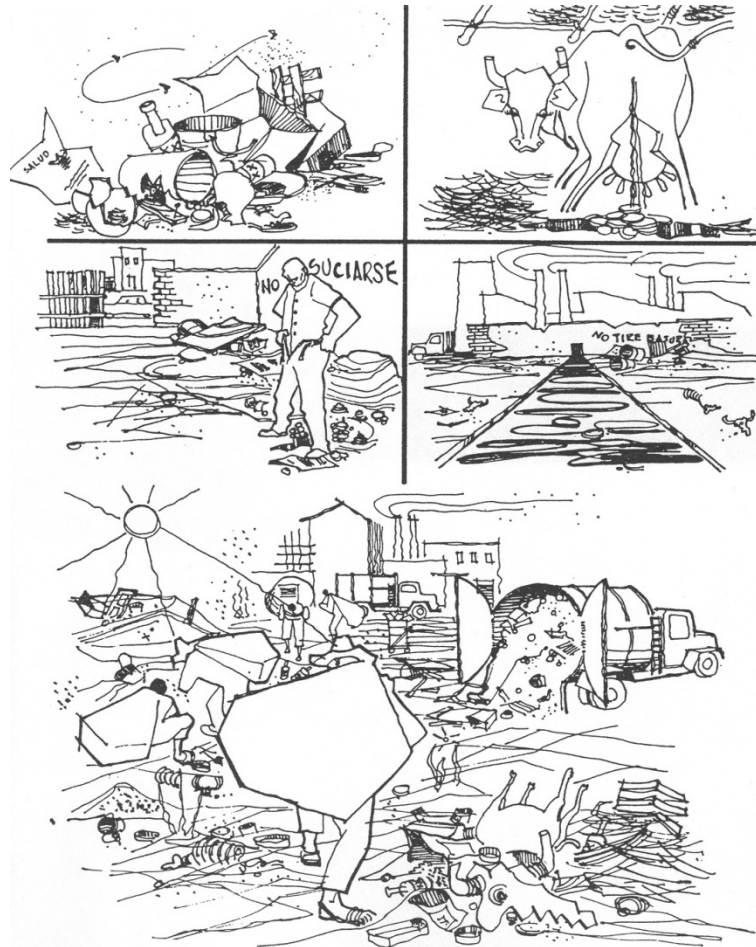


Figura 47 Desechos

El medio ambiente insalubre se corrige o se mejora mediante obras de saneamiento cuyo objeto es prevenir y evitar enfermedades eliminando el efecto nocivo del medio sobre el individuo para lograr un mejor estado de salud física, mental y moral e incrementar la potencialidad económica.

Un sistema sanitario para el tratamiento de los desechos es aquel que previene absolutamente el contacto de todos los elementos nocivos producidos por el hombre o



los animales con el suelo, el agua o el aire. Puede proporcionar aprovechamiento de los desechos en usos diversos y al no permitir la transmisión de la enfermedad, mejora las condiciones de vida de las comunidades y garantiza el desarrollo de las mismas.

5.1.2 Los problemas de contaminación

El habitante de una casa siempre está pendiente de exigir al dueño o al municipio agua potable para sus necesidades domésticas, pero no brinda atención o la concede muy reducida al destino final de sus aguas servidas.

Los municipios se esfuerzan constantemente por conseguir o mejorar sus abastecimientos de agua, pero relegan a segundo término el tratamiento adecuado de sus desechos.

A veces las cargas individuales de contaminación son pequeñas y despreciables en relación con el volumen de una corriente receptora y, sin embargo, se inutilizan las corrientes en una zona determinada por la suma de esas pequeñas cargas de contaminación.

En consecuencia, todo usuario de agua debe sujetar a un tratamiento adecuado las aguas que elimine.

El agua procedente de las corrientes contaminadas debe someterse a un tratamiento previo al uso que se destinen, sin eliminar con ello los daños causados a la corriente.



5.1.3 Control de contaminación

La contaminación de las corrientes de agua originan muchos inconvenientes que, de un modo esquemático son:

1. El abastecimiento de agua a la población sea en su núcleo principal o en las casas aisladas resulta costoso y difícil, ya que el agua debe ofrecerse potable.
2. La contaminación de la corriente afecta a la ganadería al originar pérdidas en las zonas de pastos; proporcionar agua impropia para la bebida del ganado; impedir el correcto desarrollo de los animales o finalmente, ocasionar su muerte.
3. El agua es impropia para el riego, limitándose así el desarrollo de la agricultura.
4. Las industrias aumentan sus presupuestos por los altos costos que requieren para procesar el agua.
5. No es permisible la práctica de muchos deportes.
6. La propiedad se devalúa.
7. Los peces y otros animales sufren y terminan por morir.
8. El agua corroe los cascos de las embarcaciones afectando así la navegación.

En la figura 48 se muestra como se lleva a cabo la contaminación de las corrientes de agua.

5.1.4 Métodos para confinamiento y tratamiento de desechos

A continuación se dará una breve descripción de los métodos más utilizados para confinar y tratar los diferentes tipos de desechos.

1. *De las excretas.* Los sistemas más recomendables utilizan el agua como medio de alejamiento de estos desechos. Solo pueden utilizarse si existen en las casas instalaciones de plomería.

El agua arrastra los desechos, por albañales y alcantarillas enterrados que deben terminar en una instalación adecuada para su tratamiento.

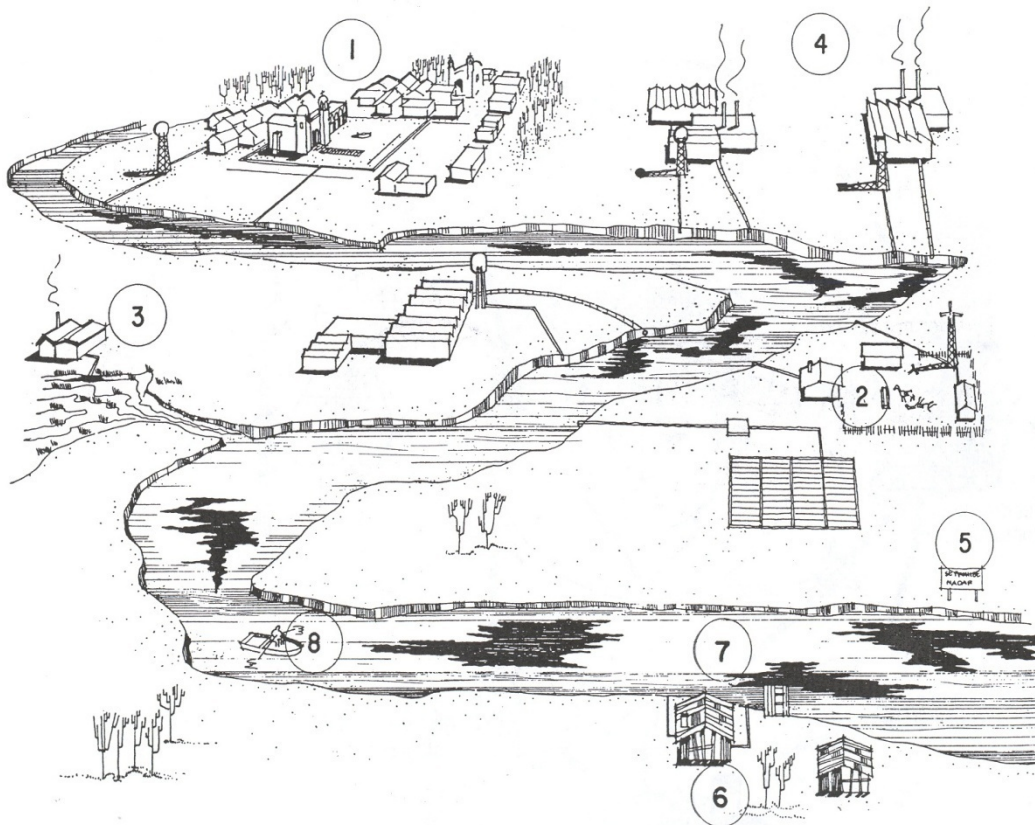


Figura 48 Control de contaminación

Cuando solo sirven a una casa o a un conjunto reducido de ellas, los albañales deben descargar en una instalación para el tratamiento de las



aguas, ubicada dentro del mismo predio. Una de las más recomendables es la llamada “fosa séptica”.

En los casos en que no es posible la construcción de sistemas hidráulicos para confinamiento de los desechos, puede utilizarse la “letrina sanitaria” que es una instalación muy económica que con uso y conservación adecuados, confina y aísla eficazmente a los desechos impidiendo la transmisión de los agentes patógenos a otros huéspedes.

2. *De las basuras y estiércol.* La basura es una molestia por crear olores desagradables, ofender al buen aspecto y constituir un medio apropiado para la multiplicación de moscas, cucarachas y roedores que a más de ser molestos y peligrosos para la economía, son vectores principales de diversas enfermedades.

El problema creado por la basura aumenta al crecer los conglomerados humanos.

Pueden utilizarse varios métodos para tratar las basuras, los que se basan en lo general, en uno o varios de los siguientes procesos: incineración, enterramiento, rescate de materiales y transformación en fertilizantes. El método más utilizado y a la vez el menos recomendable es el llamado tiradero a cielo abierto.

El estiércol es una molestia sanitaria, por las mismas razones que la basura. Puede eliminarse por incineración o enterramiento, pero como es un magnífico fertilizante natural, lo aconsejable desde todos los puntos de vista, es fermentarlo, sea en cámaras cerradas o en plataformas a cielo abierto.



3. *De los desechos industriales.* La eliminación de los desechos industriales es compleja por la gran variedad de ellos y de sus características que dependen de la diversidad de orígenes y procesos en que se producen.

Pueden verterse en la atmósfera en el agua o en el suelo; con frecuencia son tóxicos y su descomposición biológica puede inhibir o destruir la flora y la fauna de los sitios por donde pasan o descargan.

Su confinamiento y tratamiento, requiere estudios especializados.

5.2 Métodos de eliminación para aguas servidas

Para la eliminación de los desechos líquidos o de las aguas servidas, se tienen varias opciones de eliminación, entre las que se encuentran los que a continuación mencionaremos:

Es necesario señalar que los dibujos que aquí se muestran son un puro ejemplo de cómo podrían llegar a quedar los dispositivos y accesorios, ya que es un poco complicado que se realice debido a que son dirigidos a un sector de la población que no presta importancia en esos pequeños detalles, con esto no se dice que se hará sin tener cuidado con los acabados, sino que se intentará terminarlos como se ilustra en los dibujos, pero que muchas veces no se lleva a cabo por el medio al que se dirige.

5.2.1 Letrinas sanitarias

Una solución adecuada para la disposición de los desechos humanos, que permita confinarlos debidamente protegidos a la vez que ofrece la solución más económica, se obtiene con la letrina sanitaria y que consta de las siguientes partes:

1. Foso
2. Brocal
3. Losa
4. Tasa
5. Asiento y tapa
6. Caseta

Véase figura 49

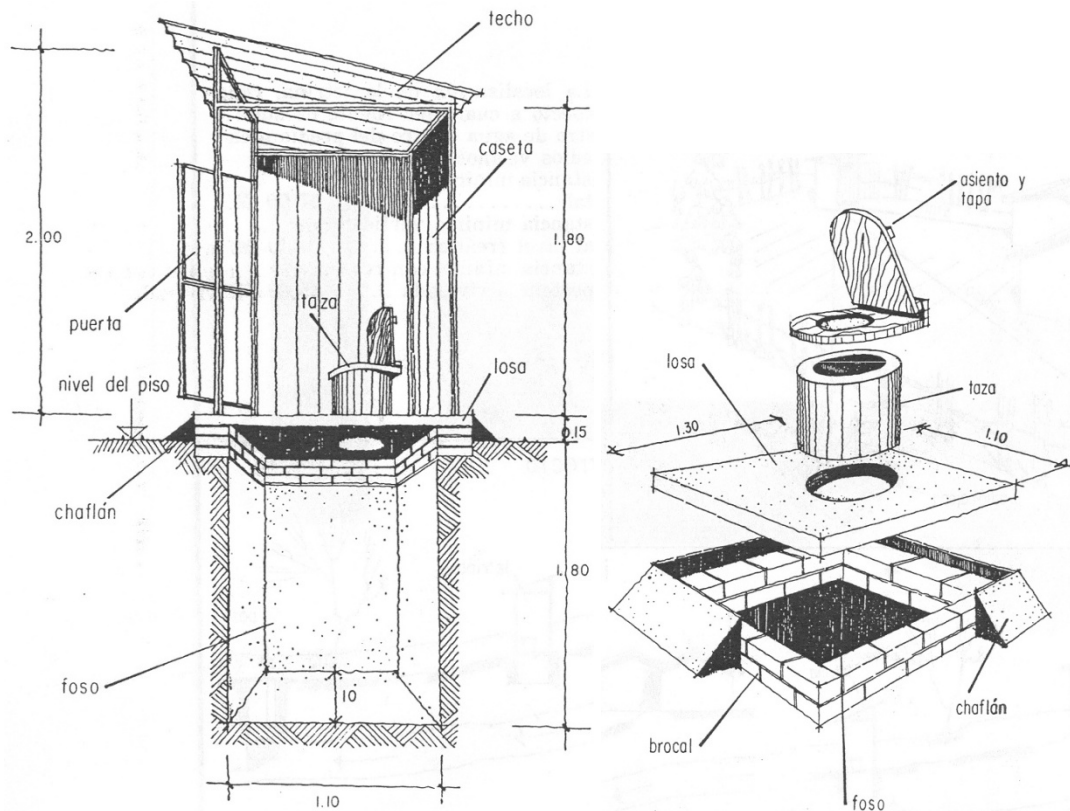


Figura 49 Elementos constitutivos de una letrina

5.2.1.1 Localización adecuada de una letrina

La localización de la letrina, con respecto a cualquier fuente de suministro de agua dentro del predio o en predios vecinos será de:

- Distancia mínima horizontal 15 m
- Distancia mínima vertical al nivel freático 1.5 m
- Distancia mínima con respecto a la vivienda 5 m

En el caso de terrenos en pendiente la letrina se localizará abajo del lugar donde se encuentra la fuente de suministro de agua.

La localización inadecuada, da lugar a la contaminación del agua del subsuelo y en consecuencia, de la que abastece el pozo.

En la figura 50 se muestra la correcta localización de una letrina dentro de un predio.

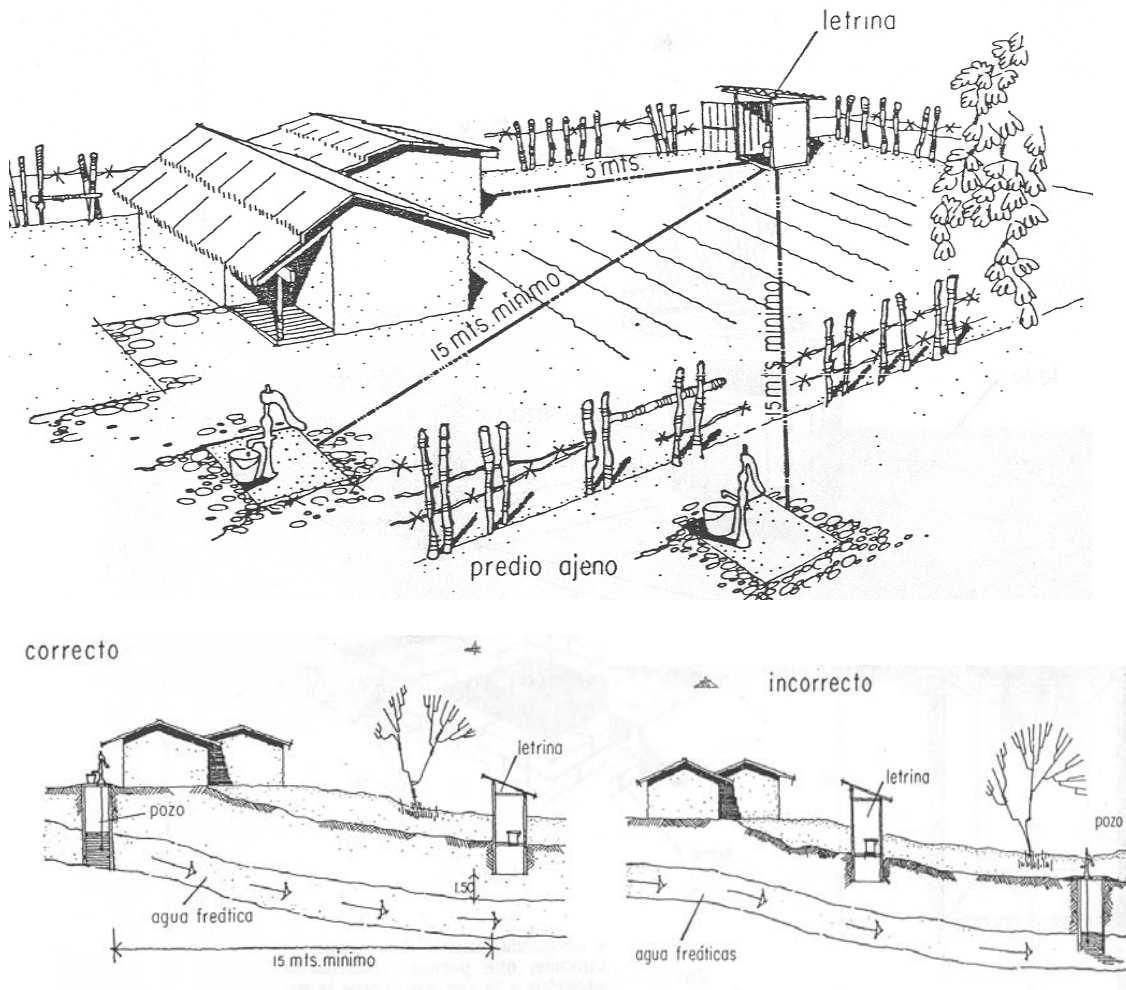


Figura 50 Localización adecuada de una letrina dentro de un predio

5.2.1.2 Foso excavación/ Tipo de ademes

Localizado el sitio para construir la letrina, se excavara un foso con dimensiones menores a 0.20 m que las correspondientes a la losa por colocar, con una profundidad de 1.80 m; esta se reducirá cuando exista peligro de llegar a una distancia menor de 1.50 m del nivel freático, para evitar la contaminación del agua que puede servir para bebida en otros lugares. Véase figura 51.

En terrenos flojos o blandos, se presenta el problema de constantes derrumbes; como medida de seguridad las paredes del foso deben ademarse utilizando materiales existentes en la región.

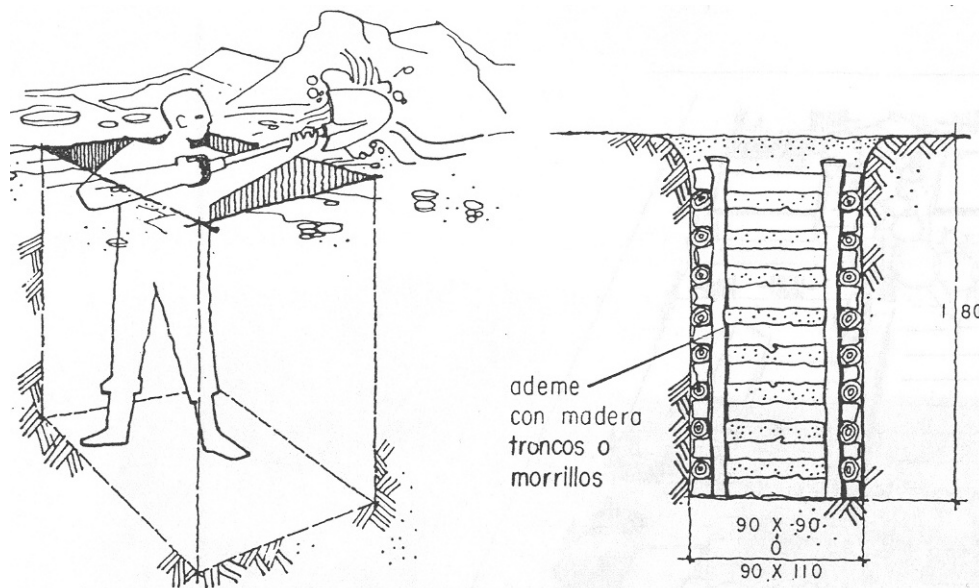


Figura 51 Foso de excavación y ademe

5.2.1.3 Tipos de brocales

La cubierta del foso será una losa de concreto que deberá asentarse sobre un brocal construido de tabique o piedra, pegado con mortero de cal y arena. Para el brocal de

tabique, se pondrán 3 hiladas, “al hilo” asentando una y media hiladas abajo del nivel natural del terreno y una y media arriba, que con el espesor de la losa darán una elevación de 15 cm. En todo el período se colocará un “chaflán” con mortero para evitar la entrada del agua de lluvia en el foso.

El brocal de las letrinas puede hacerse, con muchas ventajas, utilizando los recursos de la región: piedra braza, piedra bola de río o cualquiera otra lo menos porosa posible que exista en la región. El nivel superior de la losa debe sobresalir 15 cm. Véase figura 52.

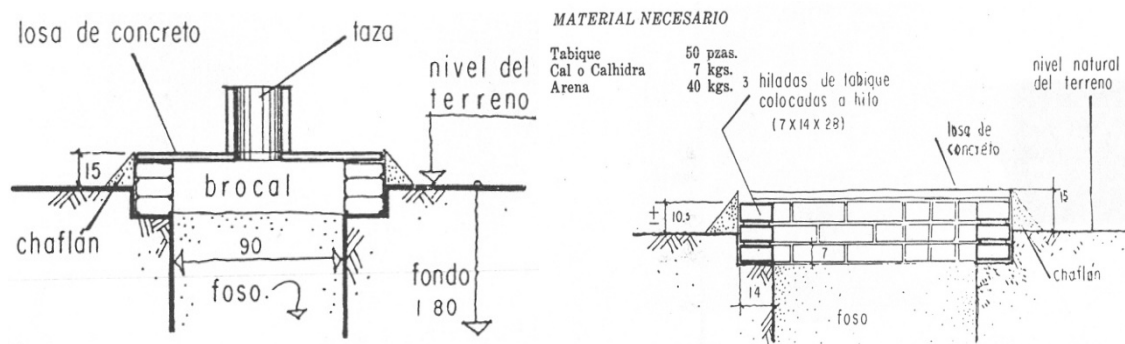


Figura 52 Tipos de brocales

5.2.1.4 Losas de concreto, especificaciones y procedimientos de construcción.

La losa para la letrina sanitaria se construirá de concreto reforzado, para conseguir una mayor seguridad y duración, ajustándose a las especificaciones generales siguientes:

a) *Moldes*. Los moldes se construirán basándose en los planos y materiales indicados, según el número de losas que se deseen colar. Se recomienda, para su mejor conservación, impregnar los moldes con aceite quemado antes y después de usarse. Véase figura 53.

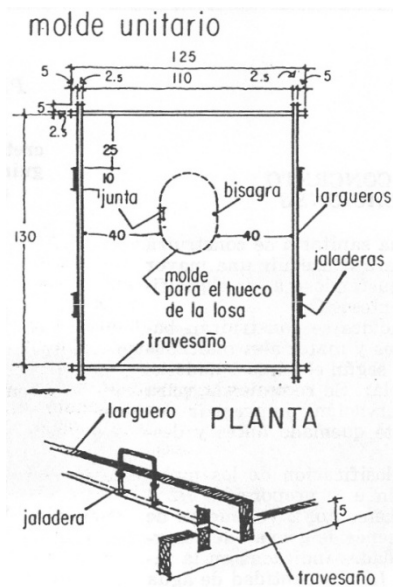


Figura 53 Moldes para letrinas

b) *Concreto*. La dosificación de los materiales se hará en una proporción 1:2:4 (1 volumen de cemento, 2 volúmenes de arena, y 4 volúmenes de grava). La cantidad de agua que se agregue será, aproximadamente, a razón de 30 l por saco de cemento empleado, disminuyéndola proporcionalmente según la humedad de la arena y la grava.

c) *Acero de refuerzo*. El refuerzo metálico para cada tipo de losa, se coloca en forma de parrilla hecha con varillas de alambroón de $\frac{1}{4}$ " de diámetro, haciendo en cada cruce de varilla un amarre con alambre recocido del No.18, de 25 cm de longitud, dispuesto en doble hilo.

Para la adecuada construcción de losas de concreto reforzado para letrina sanitaria, deberá seguirse el siguiente procedimiento de construcción:

a) Se contará con un área de trabajo perfectamente limpia de preferencia encementada o con una tarima de madera, o de tierra compactada sobre la cual se colocarán los moldes para efectuar el colado o vaciado del concreto respectivo.



b) Una vez armados y colocados, tanto el molde como el esfuerzo metálico del tipo de losa para construir, se procurará levantar la parrilla calzándola con pequeñas piedras, de modo que quede levantada 15 cm debiendo, además, colocar bien asentado y en su lugar correcto el molde metálico para dejar el hueco correspondiente a la taza.

c) La revoltura o concreto se prepara mezclando en seco todos los materiales, previamente dosificados, hasta obtener un color uniforme. Se agrega el agua en la cantidad necesaria y se procede a traspalear, con movimientos de afuera hacia adentro, hasta obtener una mezcla homogénea quedando lista la revoltura para su vaciado.

d) A medida que se efectúe el colado o vaciado del concreto, con una varilla se va picando la revoltura con objeto de que no queden huecos, con lo que se obtiene una losa mas homogénea. Una vez terminado el colado de la losa, se le da una pequeña compactación usando un pisón de mano. Posteriormente, la losa deberá regresarse para “curar” el concreto, durante un período de 7 días.

e) Cuando sea necesario transportar las losas a lugares de difícil acceso es conveniente usar el tipo $\frac{1}{2}$ A, con lo que se reduce el peso de las mismas considerablemente.

Cuando no se dispone del molde metálico para la construcción en serie de losas para letrina, puede substituirse por un molde de madera.

Para aumentar la duración de los moldes y evitar adherencia del concreto a la madera, deben impregnarse con aceite quemado antes de usarse. Conviene repetir esta



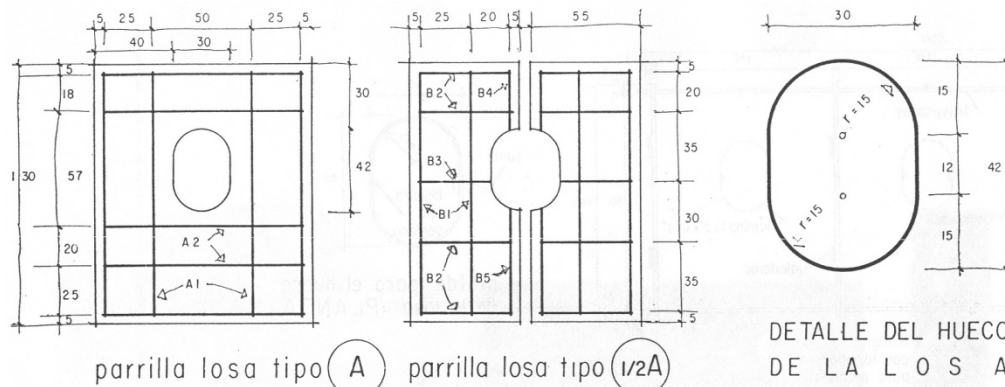
impregnación al terminar las labores del día. Conservado en esta forma el molde su duración es mayor.

En la figura 54 se muestra una parrilla para realizar la losa de la letrina.

5.2.1.5 Tazas

Para el colado de las tazas se seguirá el mismo procedimiento ya indicado para las losas, dosificando el concreto en igual proporción volumétrica 1:2:4. Las tazas se cueban de concreto sin refuerzo de almabron.

Según el número de unidades que se piense construir, se utilizarán los moldes metálicos o de madera que se detallan.



ARMADO DE LA PARRILLA				CONCRETO			
tipo	clase	nº	longitud cm.	alambrón 1/4" Ø	materiales por losa		
				peso total refuerzo kg.	cemento kg.	arena lts.	grava lts.
A	A1	4	126	2.85	23	30	62
	A2	5	106				
1/2A	B1	2	126	1.60	12	15	31
	B2	4	50				
	B3	1	38				
	B4	1	27				
	B5	1	57				
ALAMBRE RECOCIDO Nº 18 PARA AMARRES						50 grms.	
ESPESOR DE LA LOSA						5 cm.	
PESO POR UNIDAD TIPO-A						170 kg.	
PESO POR UNIDAD TIPO - 1/2A						85 kg.	

Figura 54 Parrilla para las losas



Los 4 taquetes de madera se colocarán en su lugar preciso antes de colar el concreto y deberán ser de forma cónica o piramidal, con la base mayor en la parte inferior para impedir que posteriormente se salgan de la taza. Deberán remojarse 24 horas antes del colado para que no absorban agua del concreto.

En la figura 55 se muestra a detalle la construcción de las tazas de concreto.

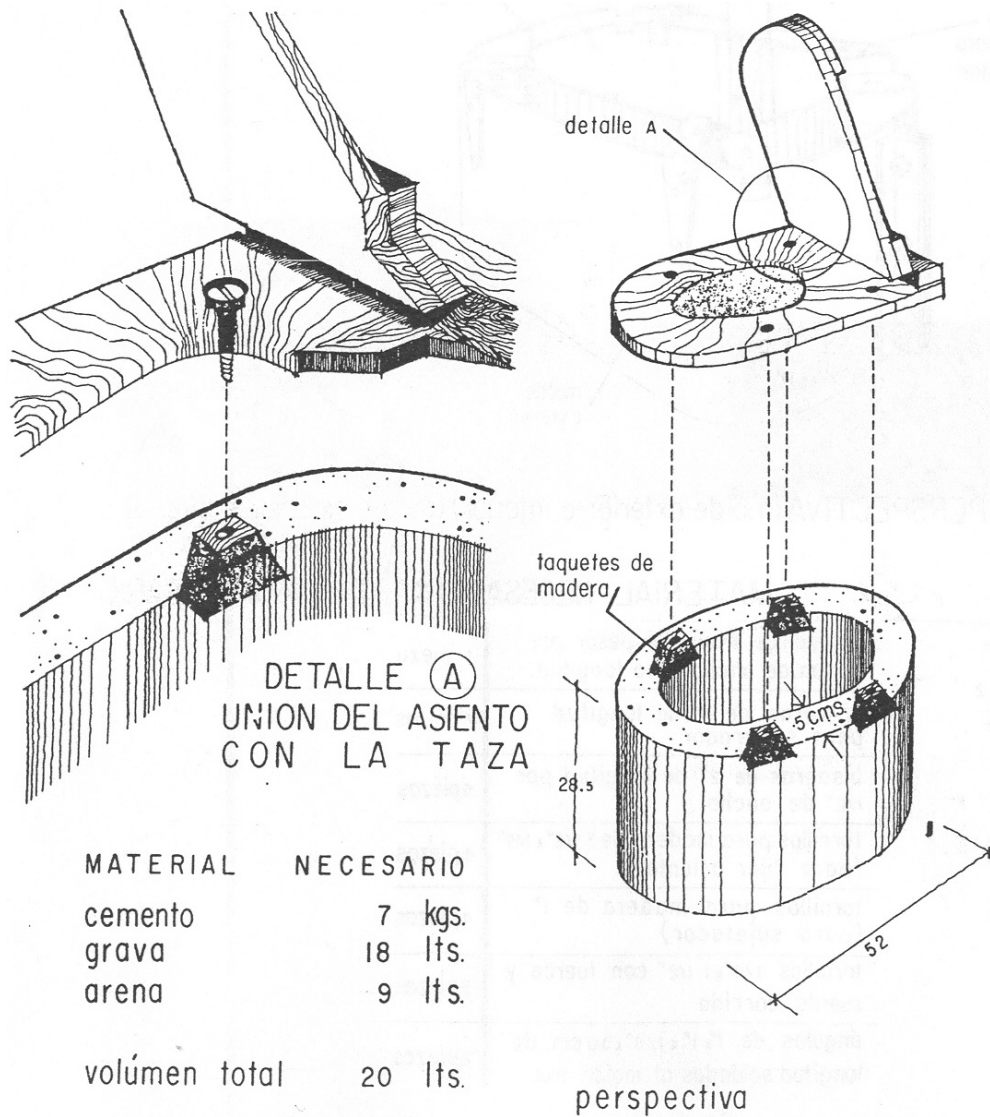


Figura 55 Taza de concreto

Moldes de madera para tazas.

El molde de madera tipo “A” de taza para letrina, se arma con tramos de madera machihembrada de 5x30x1.3 cm que se amarran entre sí con alambre recocido.

Para el colado de la taza, tanto el molde interior como el exterior se colocan sobre una base de madera, en la que previamente se han clavado una serie de cuñas formando una cercha, que servirá de guía para la colocación de los moldes, y que, además se unen en su parte superior con los separadores, evitándose tanto el desplazamiento como la deformación del molde durante el vaciado del concreto. Con ello se obtiene una taza de espesor uniforme. Debe aceitarse el molde antes de usarse. Véase figura 56.

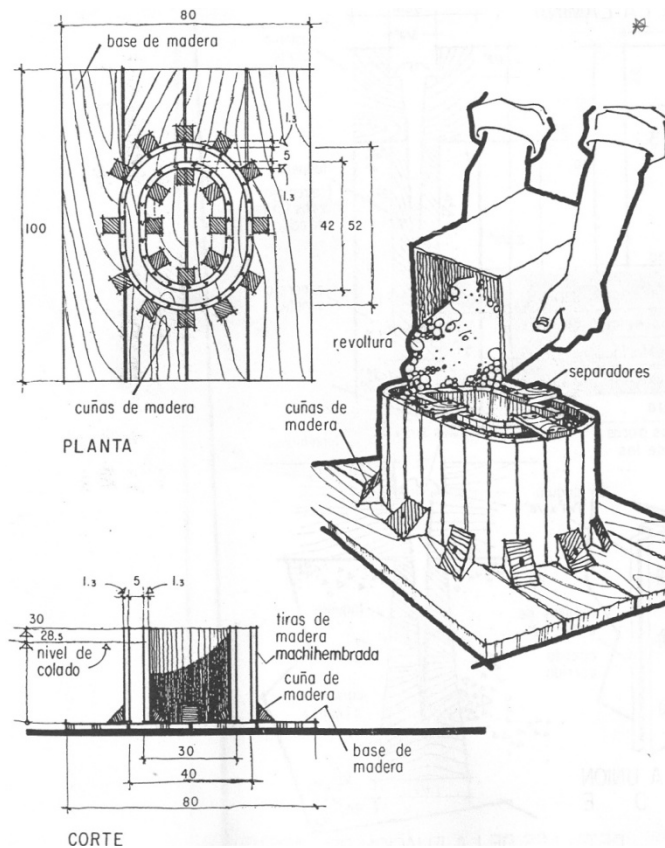


Figura 56 Moldes de madera para taza

5.2.1.6 Asiento y tapa de madera para tazas

La madera para las tapas será de cualesquiera clase que se encuentre en la región, pero en todos los casos cuando menos tendrá un espesor de 2.54 cm (1") y deberá estar lo más seca posible.

Para una mayor duración se le aplicarán dos manos de pintura de aceite.

En la figura 57 se muestran el asiento y la tapa de la taza.



Figura 57 Asiento y tapa de madera para tazas

5.2.1.7 Casetas

Las casetas de las letrinas sanitarias se pueden hacer de diferentes materiales como lo son:

Caseta de tabique.

Caseta de construcción sólida, para letrina, hecha de tabiques junteados con mortero de cal y arena; puerta de madera y techo de losas pre-coladas de concreto armado de 3



cm de espesor. El muro de tabique puede ser “capuchino” o “al hilo”, según la fuerza de los vientos predominantes. Véase figura 58.

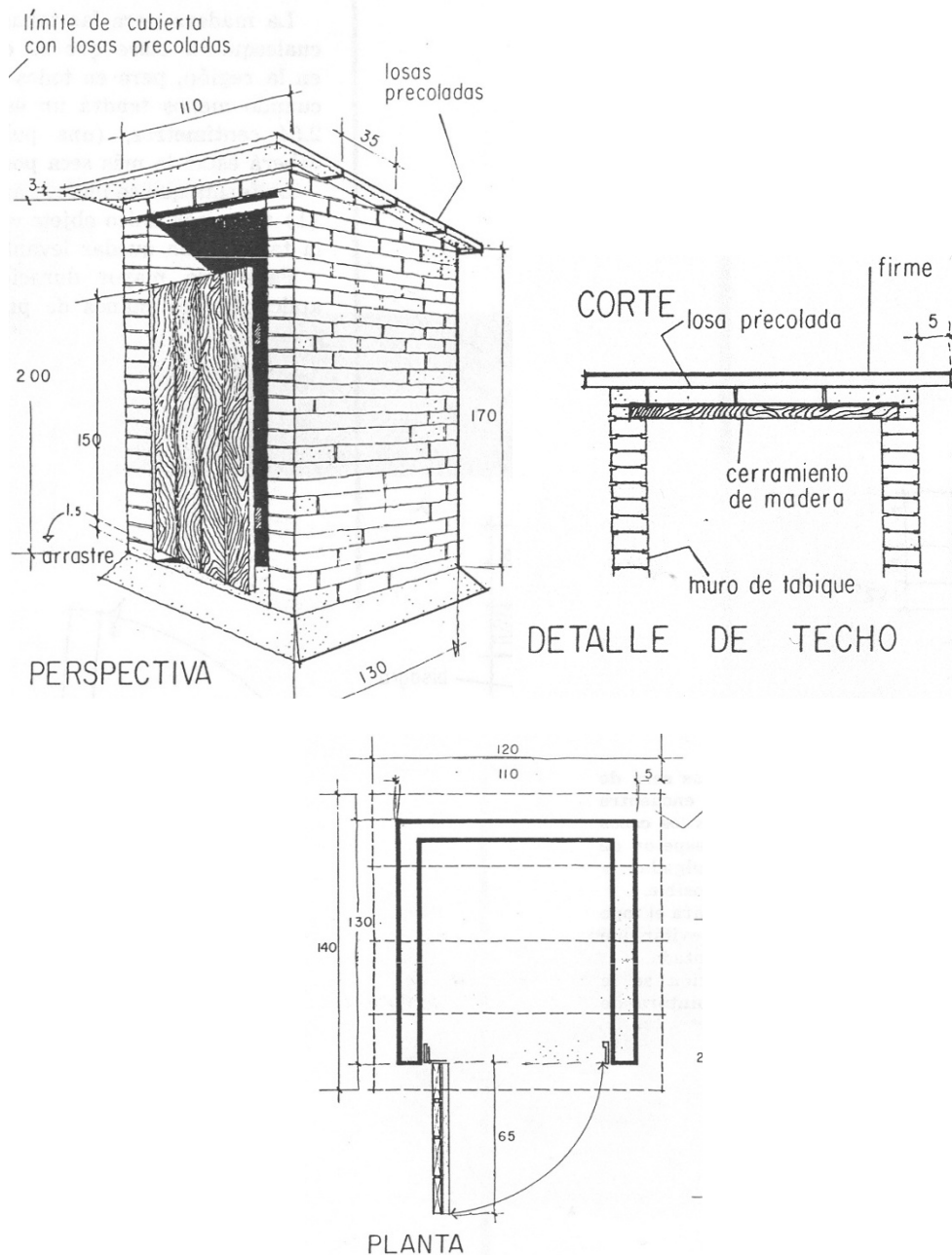


Figura 58 Caseta de tabique



Caseta prefabricada

Para su construcción, se hacen los tableros y la puerta, utilizando las piezas de madera que se detallan, sobre las que se clava la tela de alambre con grapas. Estos mismos elementos, colocados en posición horizontal sobre una plataforma adecuada, sirven de molde para recibir la revoltura con viruta. Se requiere “curado” durante 7 días colocando sobre el colado, arena que se mantiene constantemente húmeda. Véase figura 59.

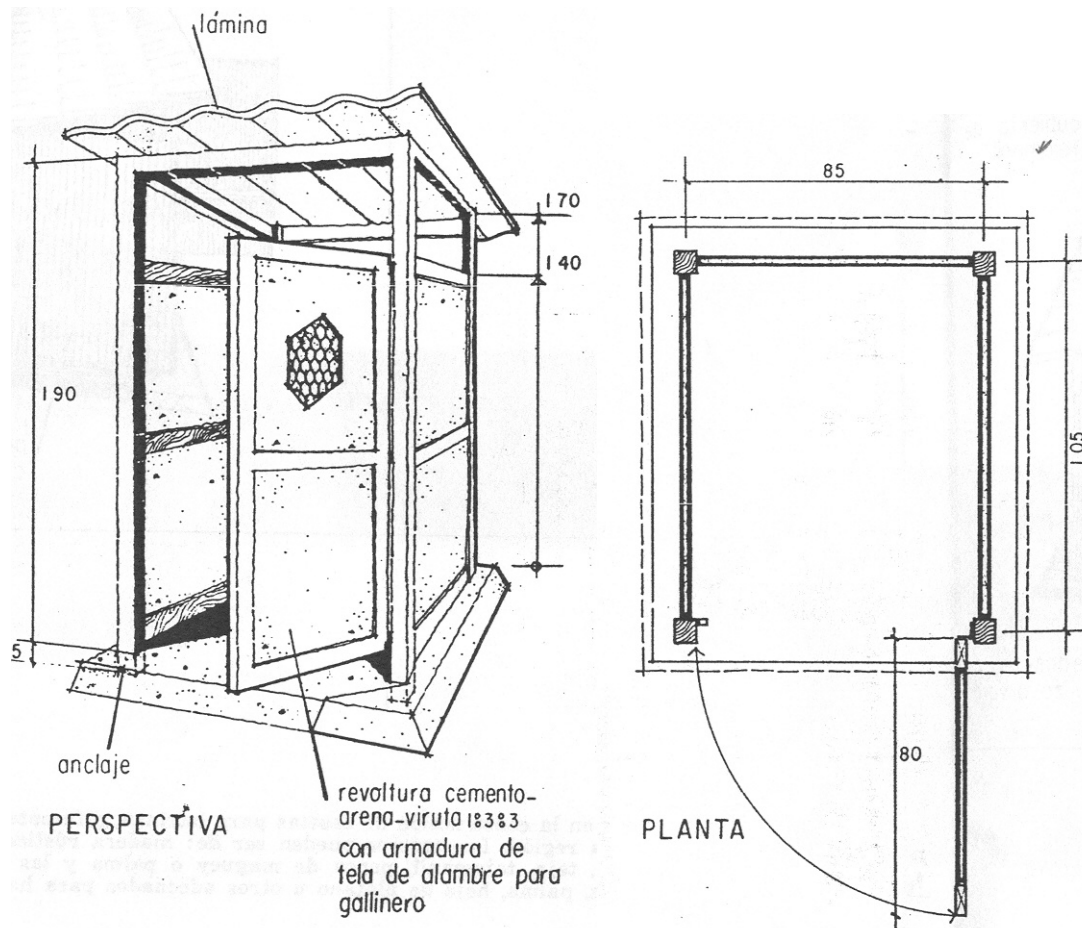


Figura 59 Caseta prefabricada



Otros materiales para casetas.

Pueden utilizarse en la construcción de casetas para letrinas, diferentes materiales de los existentes en la región. Los marcos pueden ser de: madera rústica o labrada; los techos de: lámina, teja, tejamanil, penca de maguey o palma y las paredes de: madera, carrizo, varas, palma, hoja de plátano u otros adecuados para hacer manojos o entretejerse.

5.2.1.8 Letrina elevada

Este tipo de letrina se utilizará en terrenos duros o rocosos o cuando el manto de aguas freáticas se localiza a poca profundidad.

La excavación tendrá una distancia mínima de 1.50 m entre el fondo del foso y el nivel de las aguas freáticas. Véase figura 60.

5.2.1.9 Uso y Mantenimiento

Para el buen funcionamiento y correcta utilización de la letrina, es necesario seguir las reglas que se indican en la figura 61.

5.2.1.10 Reutilización

Para llevarse a cabo la reutilización de la letrina sanitaria se seguirán las siguientes instrucciones:

1. Una vez lleno el foso de la letrina, si el material de la caseta lo permite, es posible efectuar el cambio del conjunto (losa, taza, tapa y caseta) entre 2 ó 4 hombres.



2. Localice otro sitio adecuado y excave un nuevo foso.
3. El foso se cubrirá con tierra apisonada ligeramente, hasta alcanzar el nivel natural del terreno.

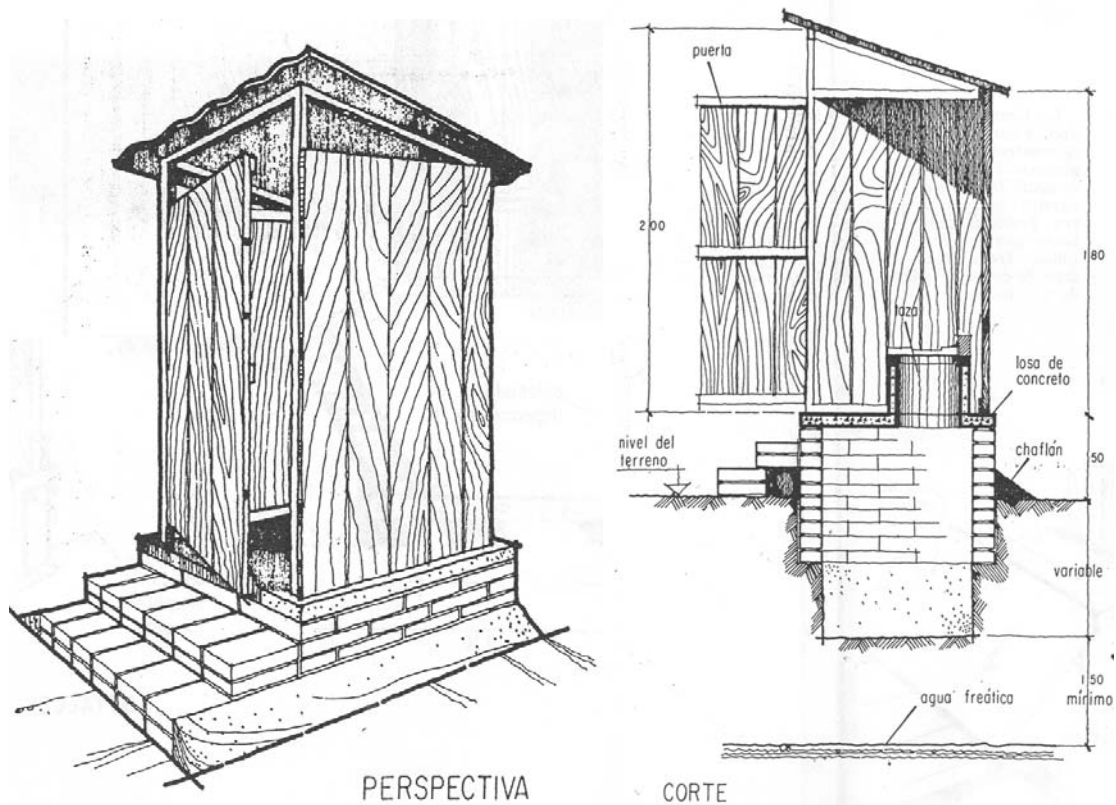


Figura 60 Letrina elevada

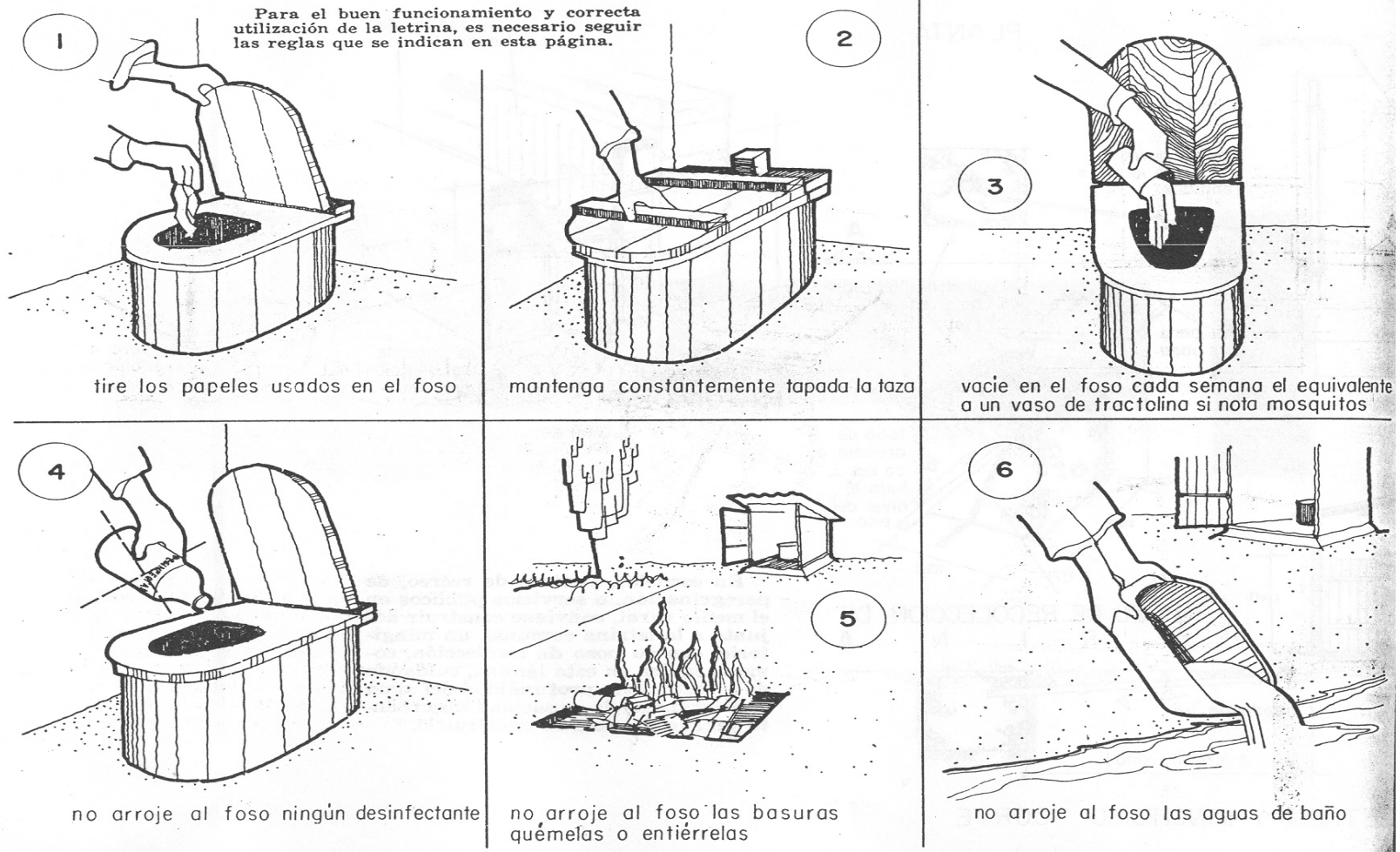


Figura 60 Guía para buen uso y conservación



5.2.2 Fosas sépticas

En lugares donde no existe alcantarillado y por tanto no es posible alejar los desechos líquidos, con la facilidad y sencillez que permiten esas instalaciones, se ha adoptado como un medio supletorio, la fosa séptica, ya que se trata de una instalación que si se le presta la atención debida, resuelve en manera satisfactoria el problema de eliminación de pequeños volúmenes de aguas negras.

El establecimiento de una fosa se hace cuando en la casa o edificio por servir existe provisión suficiente de agua, ya sea que provenga de un servicio público o privado.

La fosa séptica consta fundamentalmente de dos partes:

- 1) Un depósito impermeable generalmente subterráneo que se designa con el nombre de tanque séptico construido atendiendo a ciertos requisitos. Quedando las aguas en reposo, se efectúa la sedimentación y la formación de natas; con el tiempo se reduce el volumen de los sedimentos y de las natas y su carácter en un principio altamente ofensivo tiende a desaparecer; el agua intermedia entre el sedimento y la nata se va convirtiendo en un líquido clarificado; lo anterior se debe a que privada la masa total del aire y de la luz se favorece la vida y reproducción de seres microscópicos que proliferan en un ambiente desprovisto del oxígeno del aire. Estos seres toman los elementos necesarios a su existencia de la materia orgánica, destruyendo su estado sólido y convirtiéndola en líquidos y gases. A estos seres se les llama Anaerobiosis y el proceso que verifican es la putrefacción de las materias contenidas en las aguas negras, llamado "proceso séptico". Con el cambio sufrido, las aguas se convierten a una condición tal que, si se ponen en contacto con el aire se oxidan y se transforman en inofensivas, en



este cambio intervienen otras bacterias que tienen su medio de vida en el aire, por lo que se llaman aerobias.

- 2) Una instalación para oxidar el efluente; que consiste en una serie de drenes colocados en el subsuelo de un terreno poroso y por los cuales se distribuye el mencionado efluente y se oxida al estar en contacto con el aire contenido en los huecos de dicho terreno. Esto es lo que constituye un campo de oxidación el que en ocasiones se sustituye por un pozo de absorción.

Los elementos que integran una fosa séptica son:

- Trampas para grasa.- Se colocarán cuando se reciban desechos de cocinas colectivas, garajes y locales de elaboración de alimentos
- Tanque séptico.- Es el elemento donde se desarrollan los procesos de sedimentación y séptico
- Caja distribuidora.- Elemento que mejora el funcionamiento del campo de oxidación
- Campo de oxidación.- Debe existir siempre y cuando las condiciones locales lo permitan.
- Pozo de absorción.- Es necesario en determinados casos, en sustitución del campo de oxidación.

En la figura 61 se muestra un esquema general de una fosa séptica.

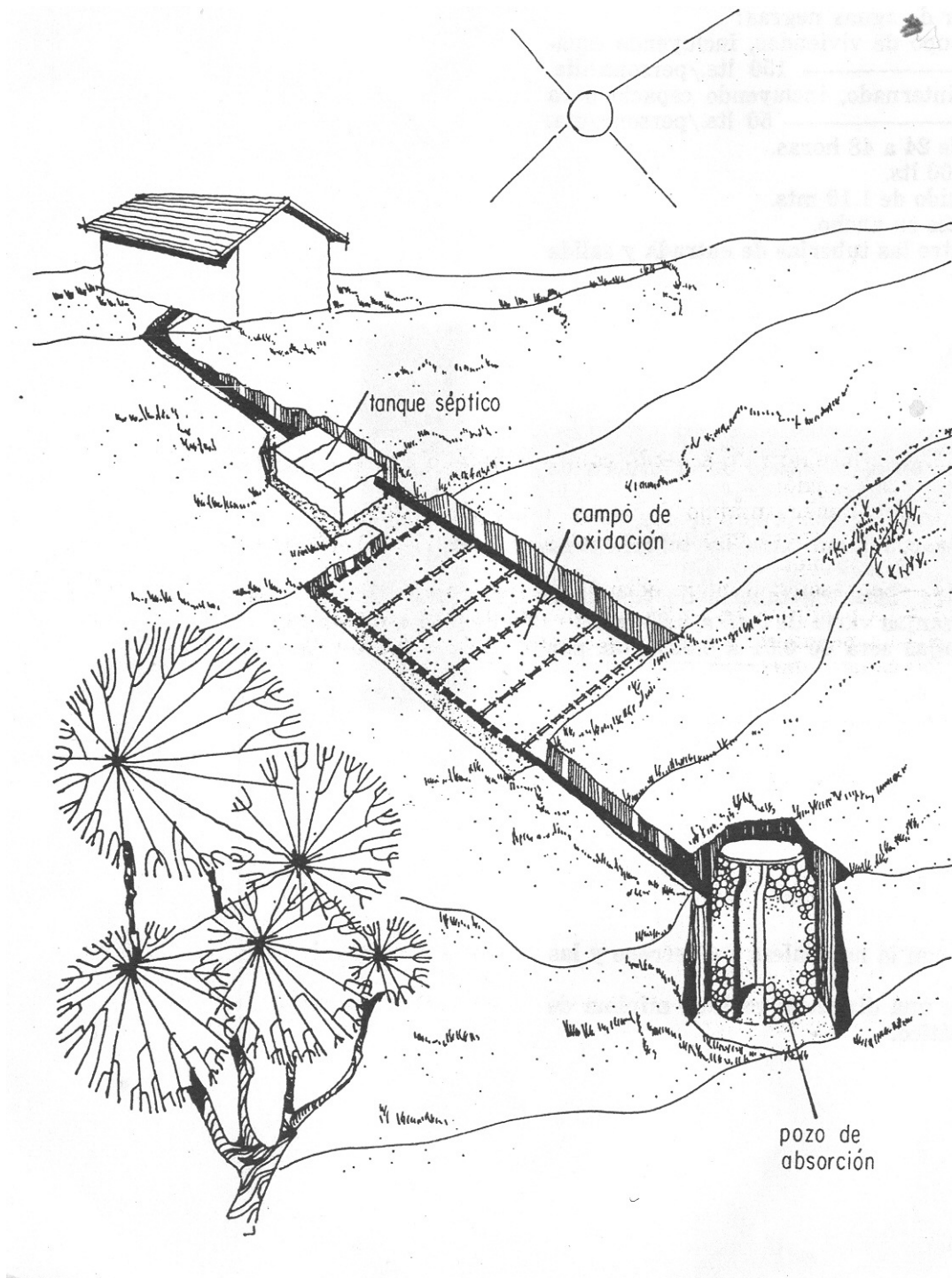


Figura 61 Esquema general de una fosa séptica



5.2.2.1 Elección y localización de una fosa séptica

Para zonas rurales y suburbanas con abastecimiento de agua intradomiciliario, carentes de alcantarillado y con terreno suficiente para el campo de oxidación.

Son adecuadas para viviendas individuales y pequeños grupos de viviendas.

De capacidad y forma adecuada según las necesidades.

La localización de la fosa se hará de acuerdo con la topografía general del terreno. Existen diferentes clases de terrenos como lo son:

- Terreno ascendente uniforme
- Terreno descendente uniforme
- Terreno descendente oblicuo
- Terreno ascendente oblicuo

El tanque séptico se localizará a una distancia horizontal mínima de 3 m de la vivienda.

El campo de oxidación se localizará a una distancia horizontal mínima de 15 m de cualquier fuente de abastecimiento de agua.

El fondo del campo de oxidación estará a una distancia vertical mínima de 1.50 m.

5.2.2.2 Datos de diseño necesarios

Para realizar el diseño de los elementos que conforman una fosa séptica es necesario contar con los siguientes datos de diseño para cada elemento.



Tanque séptico

- 1) Gasto que puede recibir de aguas negras:
 - a) Para vivienda o grupo de viviendas, incluyendo espacio para lodos 150 l/hab/día.
- 2) Período de retención: de 24 a 48 horas.
- 3) Capacidad mínima: 1500 l.
- 4) Tirante mínimo del líquido de 1.10 m.
- 5) El largo es de 2 a 3 veces su ancho.
- 6) Diferencia de altura entre las tuberías de entrada y salida de 0.05 m.

Campo de oxidación

- 1) Se diseñará de acuerdo con el resultado de la prueba de infiltración.
- 2) El número mínimo de líneas de tubería será de dos.
- 3) La longitud máxima de cualquier línea de tubería será de 30 m.
- 4) Separación mínima de entre líneas de tubería de 1.80 m.
- 5) La profundidad de las zanjas varía de 0.45 a 0.60 m.



- 6) La pendiente de las zanjas será de 0.01 a 0.025 m por cada 10 m.

Pozo de absorción

- 1) Se diseñará de acuerdo con la naturaleza del terreno y las pruebas de infiltración.
- 2) El fondo deberá estar a una distancia vertical mínima de 1.50 m del manto freático.

5.2.2.3 Diseño de los componentes de una fosa séptica

A continuación se dará la descripción de los componentes así como algunas otras generalidades.

Trampas para grasa

Las trampas para grasa son dispositivos de fácil construcción que deben instalarse cuando se eliminen desechos grasos en gran cantidad. Deben colocarse antes del tanque séptico y contar con tapa para limpiarlos frecuentemente. Es preferible ubicarlos en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior.

Para determinar su capacidad se considerará, en general, el doble de la cantidad de líquidos que entra durante la hora de máximo gasto del influente.

En pequeñas instalaciones la capacidad debe ser de 8 litros por persona y nunca menor de 120 litros en total.



En la figura 62 se muestra un esquema de una trampa para grasa.

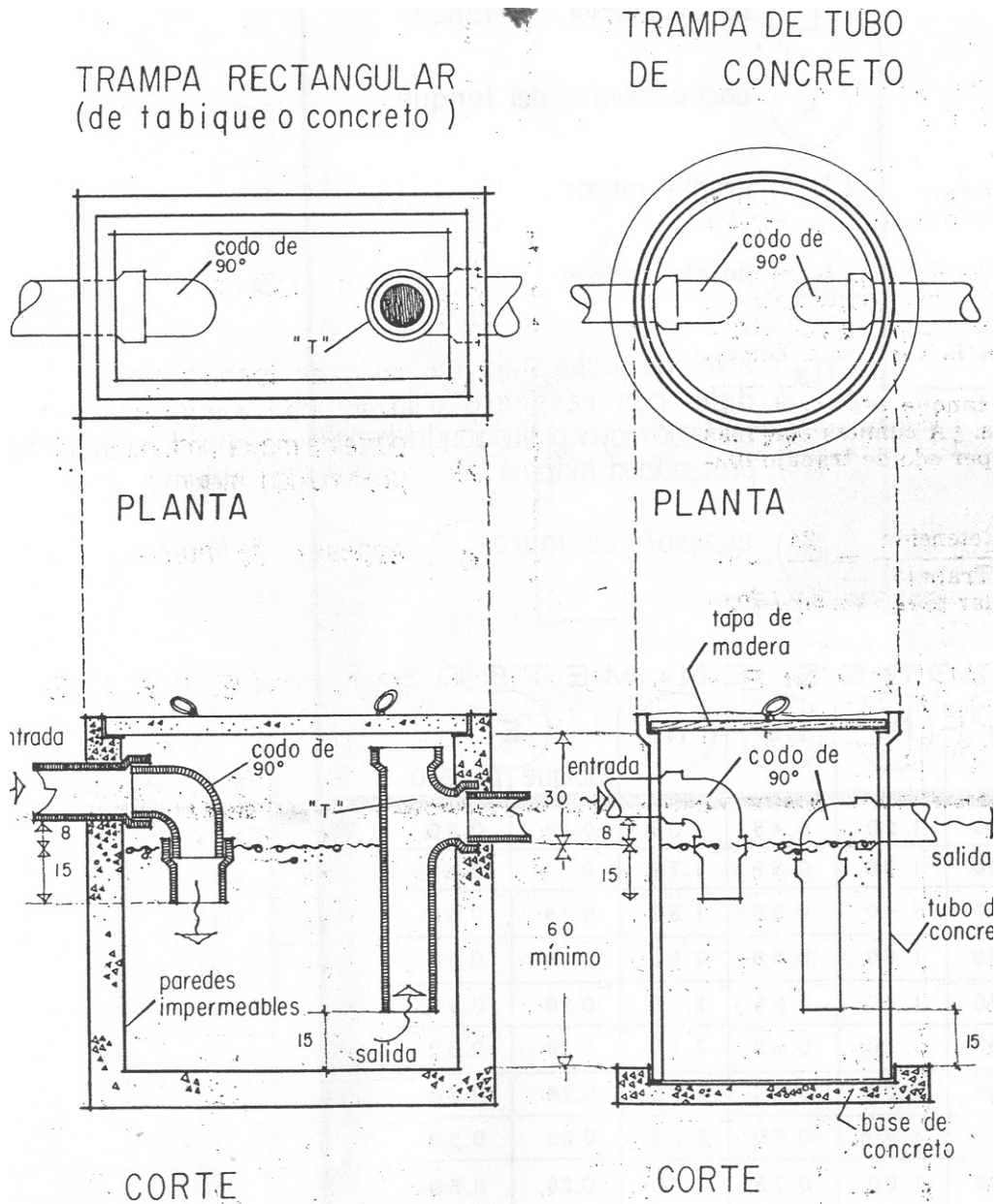


Figura 62 Trampas para grasa



Tanques sépticos

Para el diseño de tanques sépticos se tiene una tabla para la cual se consideraron los siguientes factores:

- 1) En servicio doméstico, y
- 2) En servicio escolar

Para nuestro caso el uso es doméstico, para lo cual debemos considerar:

Una dotación de 150 l/hab/día, y un período de retención de 24 horas.

Una vez identificados estos datos, el siguiente proceso es buscar en la tabla 4 las dimensiones estándar que existen.

Personas servidas en:		Capacidad del tanque en litros	Dimensiones en metros							
Servicio doméstico	Servicio escolar externo		L	A	h ₁	h ₂	h ₃	H	E	Piedra
Hasta 10	Hasta 30	1,500	1.90	0.70	1.10	1.20	0.45	1.68	0.14	0.30
11 a 15	31 a 45	2,250	2.00	0.90	1.20	1.30	0.50	1.78	0.14	0.30
16 a 20	46 a 60	3,000	2.30	1.00	1.30	1.40	0.55	1.88	0.14	0.30
21 a 30	61 a 90	4,500	2.50	1.20	1.40	1.60	0.60	2.08	0.14	0.30
31 a 40	91 a 120	6,000	2.90	1.30	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.30
41 a 50	121 a 150	7,500	3.40	1.40	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.30
51 a 60	151 a 180	9,000	3.60	1.50	1.60	1.80	0.70	2.28	0.28	0.30
61 a 80	181 a 240	12,000	3.90	1.70	1.70	1.90	0.70	2.38	0.28	0.30
81 a 100	241 a 300	15,000	4.40	1.80	1.80	2.00	0.75	2.48	0.28	0.30

Tabla 4 Dimensiones estándar para tanques sépticos

Donde:

L *largo interior del tanque*
A *ancho interior del tanque*
h₁ *tirante menor*



h_2	<i>tirante mayor</i>
h_1	<i>nivel de lecho bajo de dala con respecto a la parte de mayor profundidad del tanque</i>
H	<i>profundidad máxima</i>
E	<i>espesor de muros</i>

Existen varios tipos de tanques sépticos:

- 1) Tanque séptico rectangular para 10 personas, de acuerdo al cual será requerido el siguiente material:

tabique recocido	400 pza
cemento gris	250 kg
arena	1,15 m ³
grava	0,500 m ³
calidra o cal	80 kg
varilla 3/8"	50 kg
alambre recocido #18	1 kg
codo de 90°x6"	2 pza
"T" de 4"	1 pza
tubo de 6"	variable
tubo de 4"	variable
concreto	0,475 m ³
aplanado de cemento	8,00 m ²
excavación	5,50 m ³

- 2) Tanque séptico tubular para 10 personas, para este tanque se utilizará 4 tubos de cemento de 0.76 m de diámetro y 1.22 m de longitud, junteados con mortero de cemento y taponenando las extremidades con muro de tabique recocido de 0.14 m de espesor, aplanados con cemento pulido, formando así el tanque séptico.

Esta fosa tiene una capacidad suficiente para dar servicio a 10 personas. Para mayor capacidad, considérese que sirve a 2.5 personas por tramo de tubo indicado.

En la figura 63 se muestra un tanque séptico tipo.

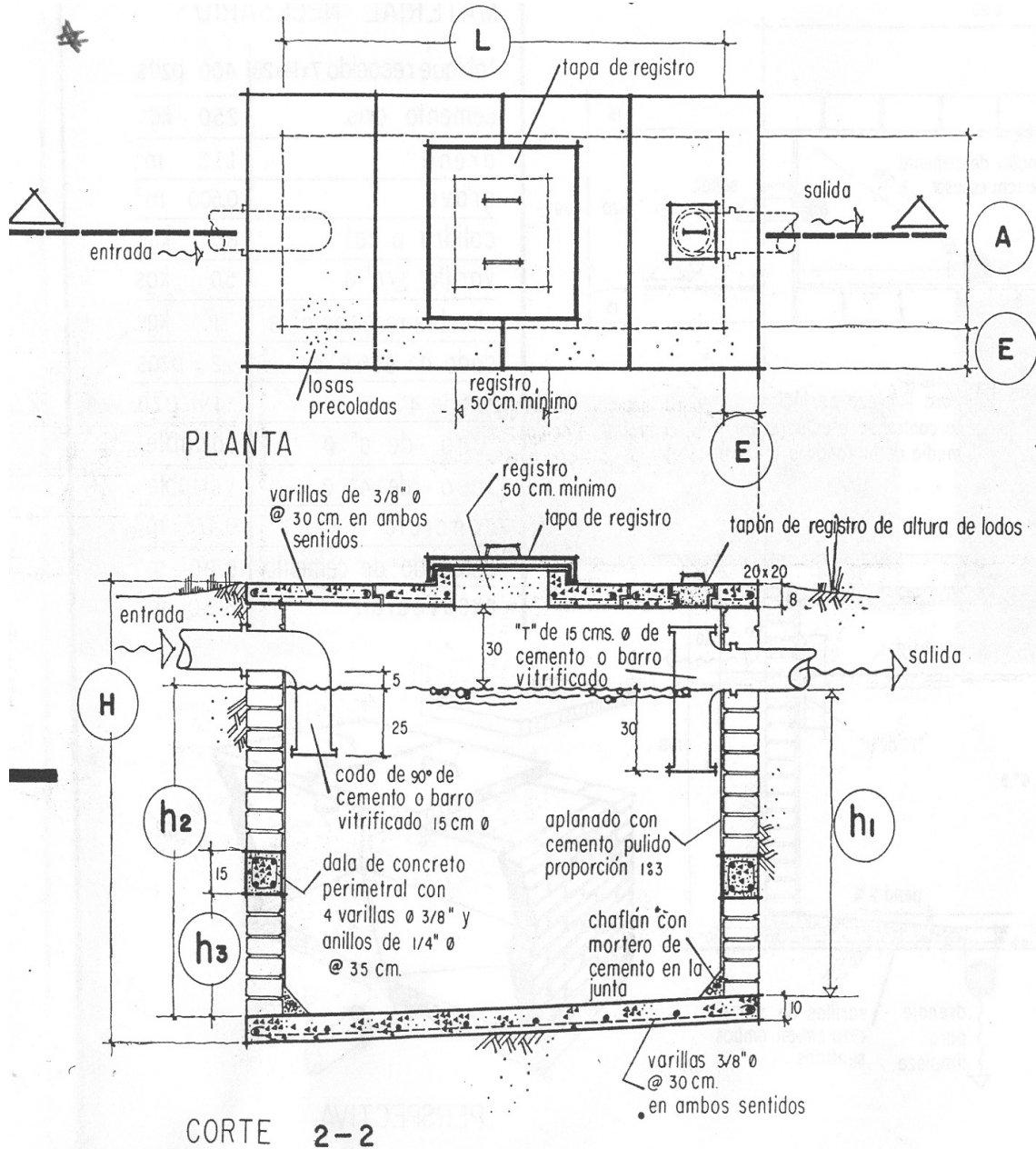


Figura 63 Tanque séptico tipo



Caja de distribución

La función de estas cajas, es distribuir el efluente del tanque séptico en partes proporcionales al número de salidas previstas para el proceso de oxidación.

Para que se cumpla lo anterior, todas las salidas deberán colocarse al mismo nivel, ya que en caso contrario se sobrecargarán unas y otras podrán no recibir líquidos.

Se sitúa después del tanque séptico, al que se une por tubería de junta hermética.

Se recomienda localizar la entrada a 5 cm del fondo de la caja y las salidas a 1cm del mismo fondo.

El ancho útil de la caja no excederá de 45 cm y su largo se determinará en función del número de salidas, considerando un espacio mínimo de 25 cm entre los ejes de estas.

La caja puede construirse de fierro, concreto, mampostería, etc. Las paredes y el piso serán impermeables. Debe tener tapa movable para su limpieza.

En la figura 64 se muestra una caja de distribución tipo

Campo de oxidación

En el sitio propuesto para campo de oxidación, se deben verificar cuatro o más pruebas, en excavaciones separadas, uniformemente espaciadas. Las pruebas se hacen en las siguientes etapas:

- 1) Se excava un hoyo de 0.30x0.30 m con paredes verticales, hasta alcanzar la profundidad proyectada para las zanjas de absorción.
- 2) Se limpia con cuidado el fondo y las paredes del hoyo para eliminar superficies sucias o grasosas que dificulten o impidan la infiltración del agua. Se extrae todo el material suelto y se deposita arena gruesa o gravilla fina hasta obtener un espesor de 5 cm en el fondo, lo que servirá de filtro para el agua.

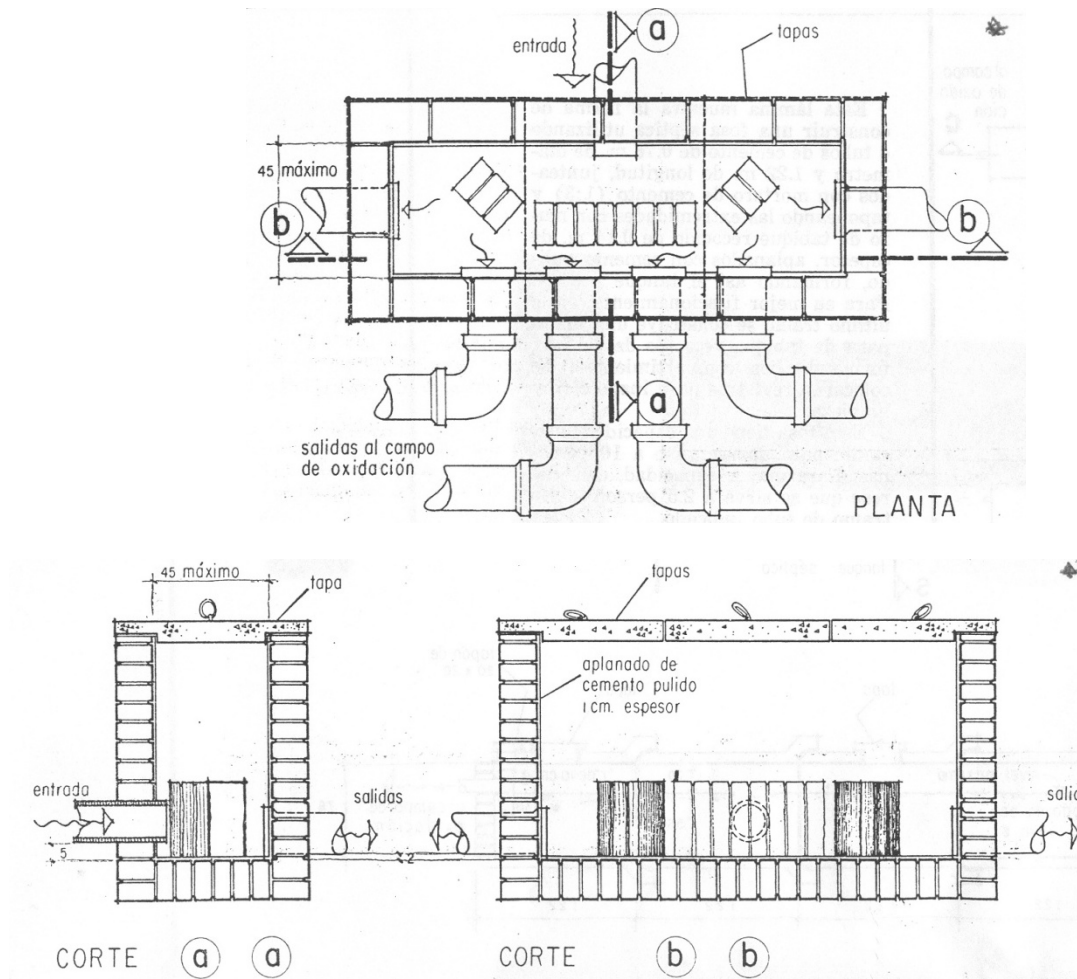


Figura 64 Caja de distribución tipo



-
- 3) Se vierte agua en el foso hasta una altura aproximada de 30 cm sobre la grava; en la mayoría de los suelos es necesario agregar agua, a modo de mantenerla dentro del hoyo durante 2 horas cuando menos y de preferencia toda la noche.

 - 4) 24 horas después de haberse colocado el agua se observará si permanece en el hoyo. Si tiene un tirante mayor de 15 cm, la prueba indica terreno inapropiado. Si la cantidad es menor o el agua se resumió totalmente, agréguese la suficiente hasta obtener un tirante de 15 cm sobre la grava. Debe observarse enseguida el tiempo que tarda esta agua para infiltrarse totalmente. La determinación del tiempo promedio que se requiere para que el agua baje 2.5 cm se obtiene dividiendo el tiempo entre el número de pruebas.

Estas 4 etapas se repiten por separado en cada una de las excavaciones hechas.

Una vez hechas estas pruebas y ya con el tiempo definitivo, se usará la gráfica 1 para determinar la longitud de drenes.

La profundidad de colocación de la tubería será menor de 90 cm con respecto al nivel superior del terreno. La profundidad media recomendada es de 30 a 60 cm. Con esto se logra que el efluente de la fosa sea distribuido a la profundidad más conveniente y se infiltre en el terreno.

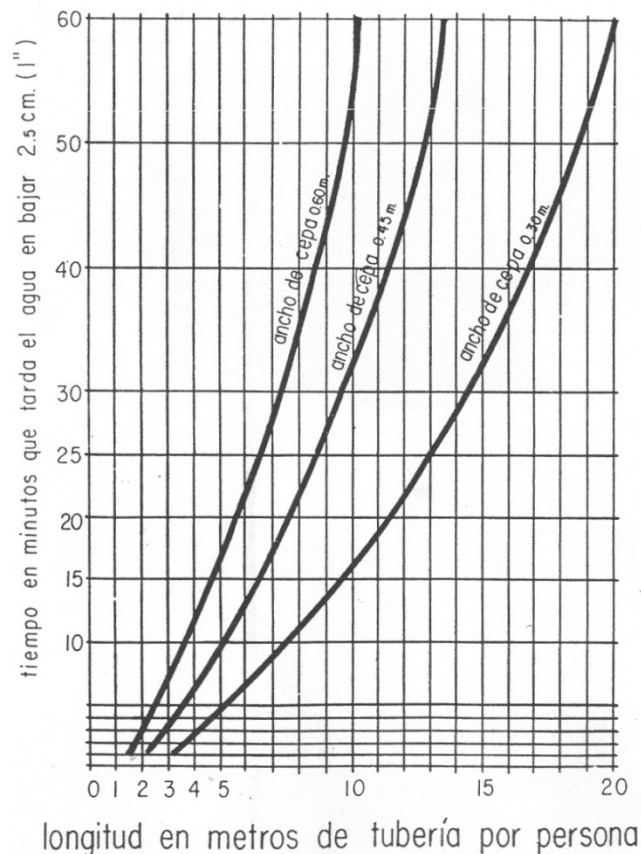
Deberá evitarse la localización de campos de oxidación cerca de árboles, ya que sus raíces pueden llegar a tapar y levantar las tuberías.

Los tubos pueden ser de barro vitrificado o de concreto. Sobre las juntas separadas se colocará papel alquitranado con objeto de evitar que el material de relleno de la zanja



entre a los tubos y que suba la humedad. La pendiente de estos será mayor, mientras más poroso sea el suelo, pero nunca mayor de 1%.

G R A F I C A N° I



Gráfica 1 Dimensionamiento de campo de oxidación

Cuando se encuentren terrenos poco permeables, se debe combinar la instalación del campo de oxidación con una segunda tubería para drenar el exceso de líquidos y llevarlos a pozos de absorción, o directamente a una corriente grande de agua.



Las zanjas son semejantes a las de los campos de oxidación, pero más profundas, para recibir el dren en la parte inferior. El material filtrante es arena fina a través de la cual los líquidos alcanzan un alto grado de depuración.

Cuando el terreno es pequeño para construir un campo de oxidación o un filtro subterráneo de arena, se puede instalar un filtro anexo al tanque séptico, hecho de material impermeable, enterrado y tapado, con ventilación al exterior. Sus dimensiones se calculan a razón de 0.1 m^3 de material filtrante por persona y para 10 personas como mínimo. No se recomienda para tanques sépticos de volumen mayor de 3000 l. El efluente séptico se distribuye por medio de tubos perforados sobre el material filtrante, recogiéndose en drenes localizados en el fondo, conectados a un pozo de absorción. Véase figura 65.

Pozos de absorción

El medio más reconocido para la oxidación es la tierra y el método adecuado el pozo de absorción, en donde las aguas se infiltran al subsuelo a través de las paredes y piso permeables.

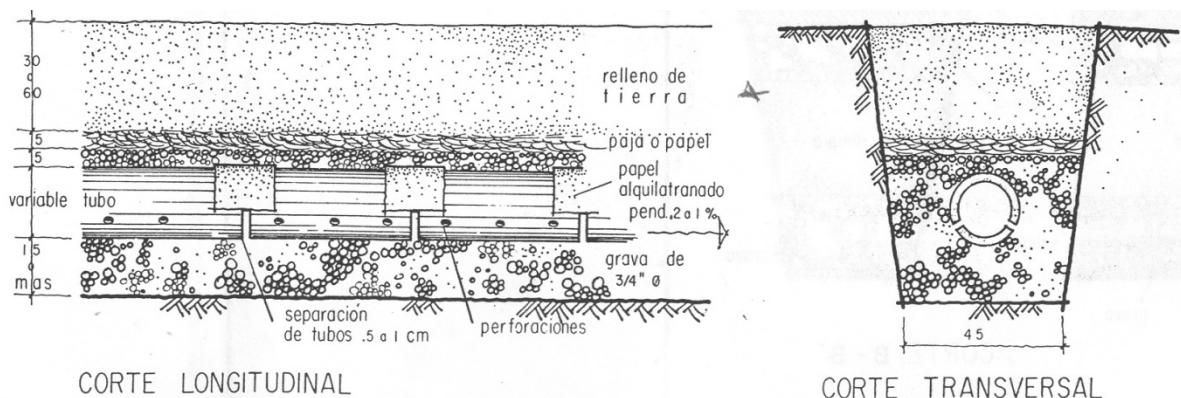


Figura 65 Instalación de tubería



Las dimensiones y número de pozos necesarios dependerán de la permeabilidad del terreno y se diseñarán de acuerdo con la experiencia que se tenga en la región donde se construyan.

En la figura 66 se muestra el esquema de un pozo de absorción.

5.2.3 Sanitario ecológico seco

El sanitario ecológico seco es una propuesta diseñada para resolver los problemas antes planteados, tanto en la resolución de las fuentes de contaminación como en lo concerniente a la construcción.

El sanitario está basado en la letrina vietnamita propuesta por el Dr. Nguyen Dang Duc en 1956, país que ha realizado millones, probando su eficacia ante el problema de fecalismo al aire libre.

El sistema que se propone busca romper el ciclo ano-mano-boca de la transmisión de bacteria, al confinar las excretas y aislarla del medio ambiente, y en hacer necesario el hábito del lavado de manos.

El sistema consta de 2 o más depósitos construidos sobre el nivel del suelo con una puerta falsa cada uno; dos tazas separadoras, una sobre cada depósito, y un lavabo en medio de las tazas, conectado por una manguera a un mingitorio y de ahí a una de las tazas separadoras.

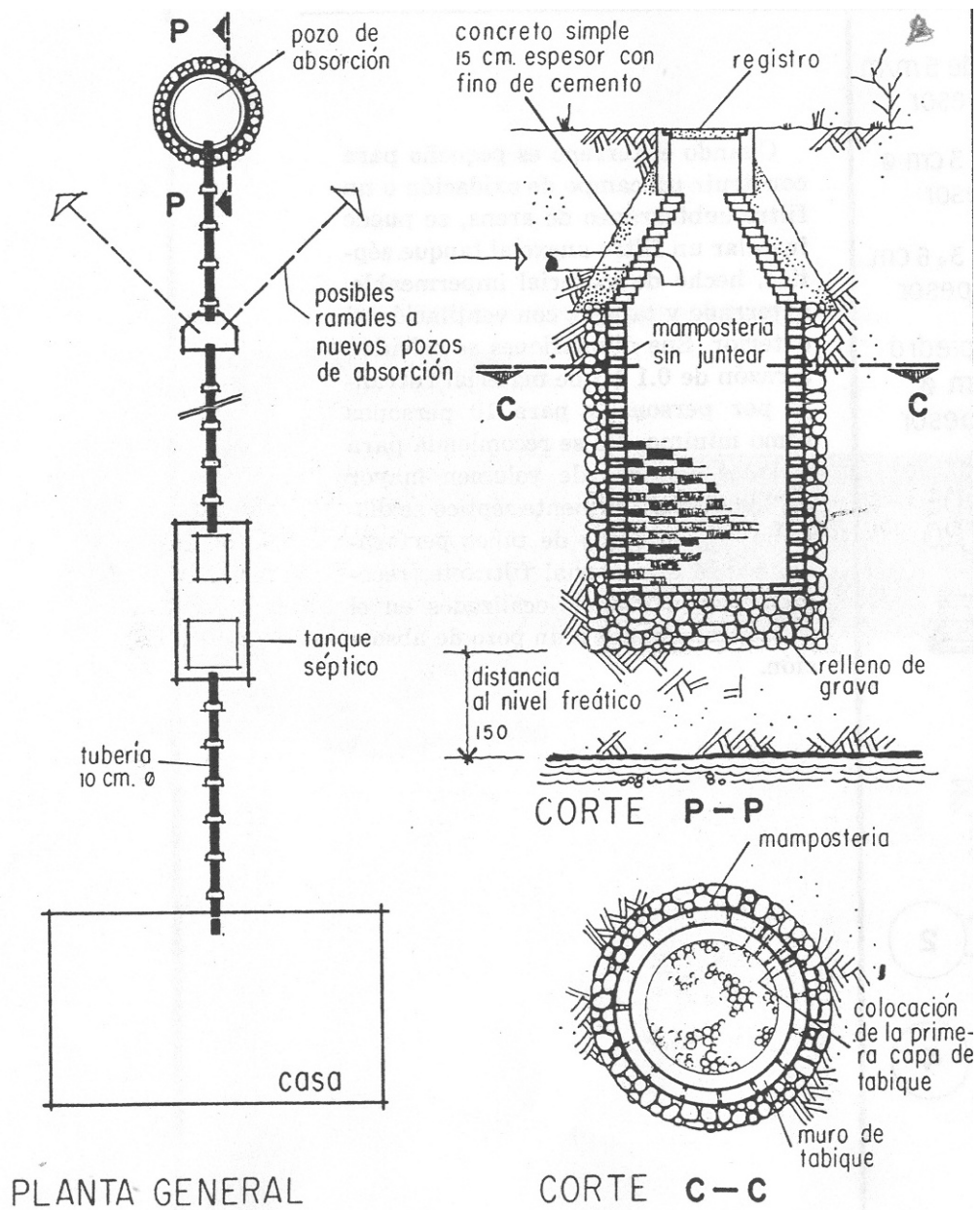


Figura 66 Pozos de absorción

El principio que define el sistema es mantener la separación natural de la excreta de la orina, se evita así la descomposición anaeróbica húmeda de la mezcla que provoca mal

olor y genera gases, y se aprovecha el hecho de que la orina es de casi nula contaminación y posee alto contenido de nutrientes para la tierra.

El único requisito para su máxima eficacia y eficiencia es impedir que le llegue humedad alguna y mucho menos arrojar agua a los depósitos de excretas.

En la figura 67 se muestra el ciclo de contaminación.

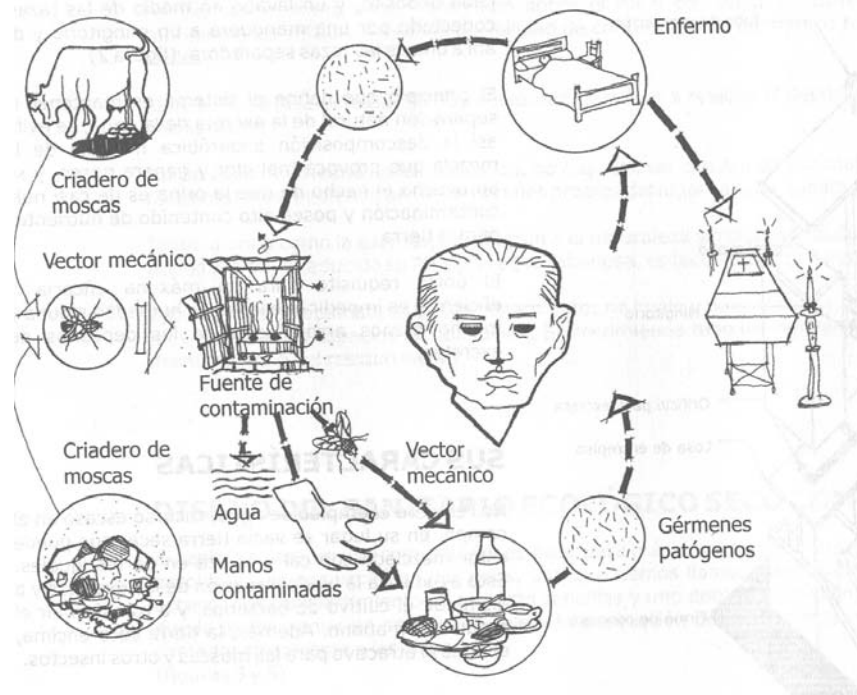


Figura 67 Ciclo de contaminación

5.2.3.1 Características

No requiere el empleo de agua, recurso escaso en el campo, en su lugar se vacía tierra seca, que puede estar mezclada con cal y ceniza en partes iguales. Esto ayudará a la biodegradación de las excretas y a disminuir el cultivo de bacterias, y a transformar el



producto en abono. Además, la tierra seca encima, elimina el atractivo para las moscas y otros insectos.

No se necesita realizar una fosa bajo el nivel del suelo por lo que se evita el esfuerzo y las dificultades de excavar, tanto en suelos duros como en los que se tienen mantos freáticos superficiales.

Por ser un sanitario seco, construido sobre el nivel del suelo y manteniendo las excretas en un confinamiento sellado, no existe posibilidad de contaminación de mantos freáticos, ni del aire, ni de los suelos.

Al no ser una fosa perdida, no hay necesidad de volver a realizar el depósito al llenarse, es un sanitario permanente.

Por no existir humedad en los depósitos, no requiere ser construida con materiales impermeables, y por tanto costosos, pudiendo ser de materiales propios del lugar: adobe, piedra o ladrillo.

Tanto la orina como la excreta, se integran a la naturaleza sin causarle daño: la excreta transformada en abono y la orina reducido su PH por el agua jabonosa, es factible de utilizarse en el riego.

Debido a sus características de funcionamiento: no huele y no contamina, el sanitario se puede construir muy cerca de los espacios de habitación. Se recomienda tubo de ventilación para efectos de acelerar la deshidratación del residuo fecal.

En la figura 68 se muestran los componentes del sanitario ecológico seco.

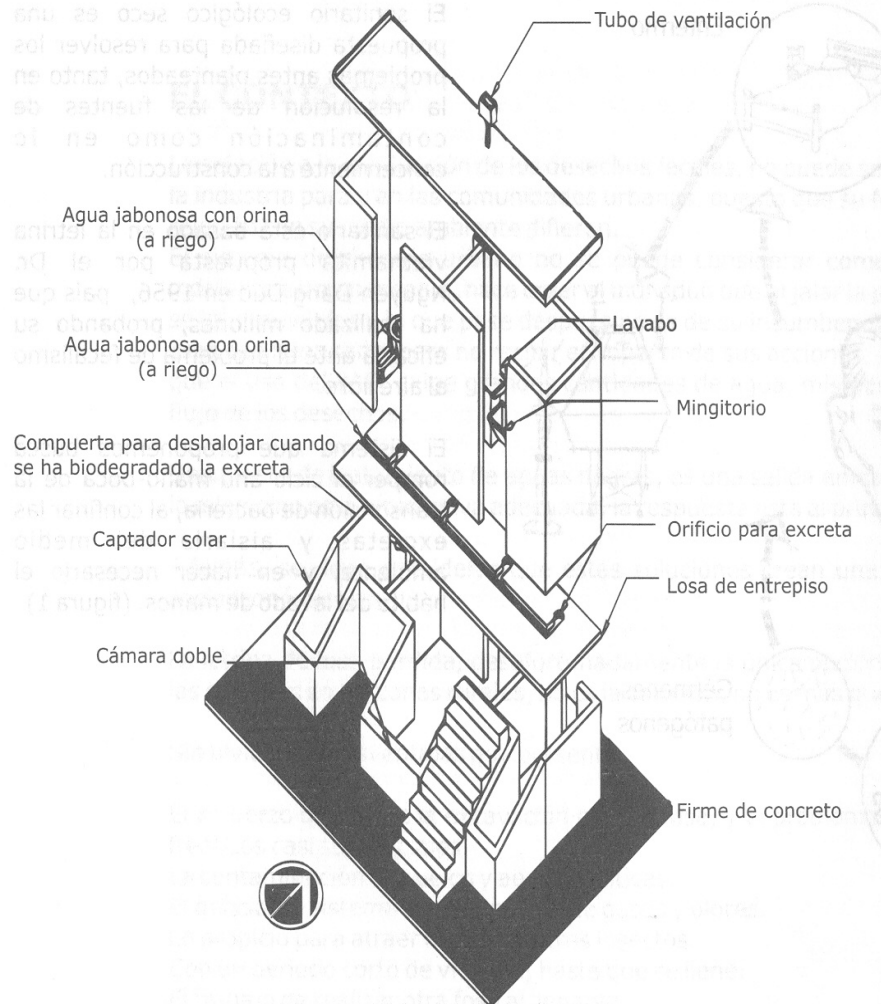


Figura 68 Componentes del sanitario ecológico seco

5.2.3.2 Funcionamiento

Es básica la separación de la excreta de la orina, esto se logra por el diseño de la taza.

Después de cada uso del sanitario, hay que echar tierra con cal y ceniza sobre las excreta, se recomienda que la tierra sea en polvo, evitar los grumos o pedruscos y terrones.



Las excretas que caen en el depósito, al combinarse con la tierra-cal-ceniza, se convierte en abono.

Se pide evitar no introducir en el depósito de agua, ni orina, ni papeles sanitarios; además se recomienda colocar una tapa sobre las tazas para que no entren moscas.

Después de cada uso del sanitario se debe lavar las manos con agua y jabón, esta agua del lavamanos irá directamente al mingitorio y de ahí a la taza separadora para lavar el compartimento urinario; si no se tiene jabón se puede frotar las manos con ceniza.

Las orinas al mezclarse con aguas jabonosas se pueden emplear para el riego de las plantas.

5.2.3.3 Construcción

Debido a que el sanitario no huele mal se puede construir en cualquier parte del predio, cuidando que por él no corra el agua de lluvia o en su defecto reorientar o desviar la corriente de agua. También hay que cuidar que otras edificaciones o árboles no hagan sombra sobre el sanitario y menos cuando cuentan con captador solar, ya que reduce la deshidratación rápida del residuo de las cámaras; además de dar la orientación requerida para ello, e indicada en el apartado del diseño del sanitario.

Lo primero es hacer una base o firme de 2x3.2x5 cm de ladrillo o lajas o en concreto, desplantado sobre el suelo parejo; no olvidar nivelar el piso. Para el sanitario de un frente simple es de 3.2x1.1x5 cm.



Sobre el firme, se hace un depósito de excretas de 122x94x80 cm y otros dos de 54x94x80 cm, en ladrillo o block, se deja un hoyo o puerta falsa en uno de los muros de cada depósito desde el piso del firme al techo del mismo. La puerta sirve para sacar por ella el abono. Al realizar la última hilada, se colocan los tubos de PVC para evacuar la orina; no olvidar enterrar un tubo perforado y conectado a dichos tubos, para regar plantas.

Al terminar la última hilada, se puede proceder a fabricar en el sitio la losa que cubre las cámaras y sirve de entrepiso a los recintos; no se debe olvidar preparar el orificio para conectar la instalación del tubo para la conducción de la orina y del orificio para la caída de las excretas a las cámaras, orificios que coinciden con los orificios de la taza al ser colocada está sobre la losa.

El sistema cuenta con una taza separadora diseñada ergonómicamente para la evacuación fisiológicamente óptima y para que se dé la separación de la excreta y la orina. De este modo, se respeta la posición en cuclillas, propia de la gente en campo, y que es el modo más adecuado para la evacuación. Tanto la taza separadora como el lavamanos y el mingitorio se fabricarán por autoconstrucción, empleando unos moldes de fibra de vidrio, que se llenarán con una pasta de cemento-arena en proporción 1:2 (5.5 litros de cemento y 1 litro de arena para cada uno). Se pegarán las tazas separadoras con cemento-arena como tapas de los depósitos, haciendo coincidir el hoyo chico con el tubo.

Al levantarse una parte del muro de los recintos se colocan los lavamanos y los mingitorios como un ladrillo. Después se conecta la manguera con la primera taza separadora a usarse. El resto de los muros para el recinto, el techo y la escalera se podrán hacer con el material que se tenga a mano: block, ladrillo, piedra, cartón, lámina, madera, etc.



Se recomienda que el techo se incline y quede volado para que escurra el agua y no moje los depósitos, y que se haga un canal en el suelo alrededor del sanitario para que corra el agua en caso de lluvia.

En la figura 69 se muestra el diseño de los muebles del sanitario ecológico seco.

5.2.3.4 Material requerido

Para la construcción del sanitario ecológico seco, se presentan 2 casos: uno exclusivamente con el sanitario y el otro para el recinto, que dependiendo que se quiera presupuestar ambas, solo se suman las listas.

Para sanitario de 2 frentes

- 4 m de poliducto negro de $\frac{3}{4}$ "
- 2 m de poliducto negro de $\frac{1}{2}$ "
- 22 sacos de cemento
- 19 sacos de cal
- 650 blocks de 12x12x40
- 3 m de tubo PVC de 4"
- 4 varillas de $\frac{3}{8}$ "
- 10 codos de $\frac{3}{4}$ " y 10 codos de PVC de 1 $\frac{1}{2}$ "
- 1kg de alambre recocado
- 18 m de tubo PVC de 1 $\frac{1}{2}$ " (3 de 6 m)
- 10 T de PVC de 1 $\frac{1}{2}$ " y 1 T de PVC de 4"
- 3 m³ de arena
- 2 m³ de grava

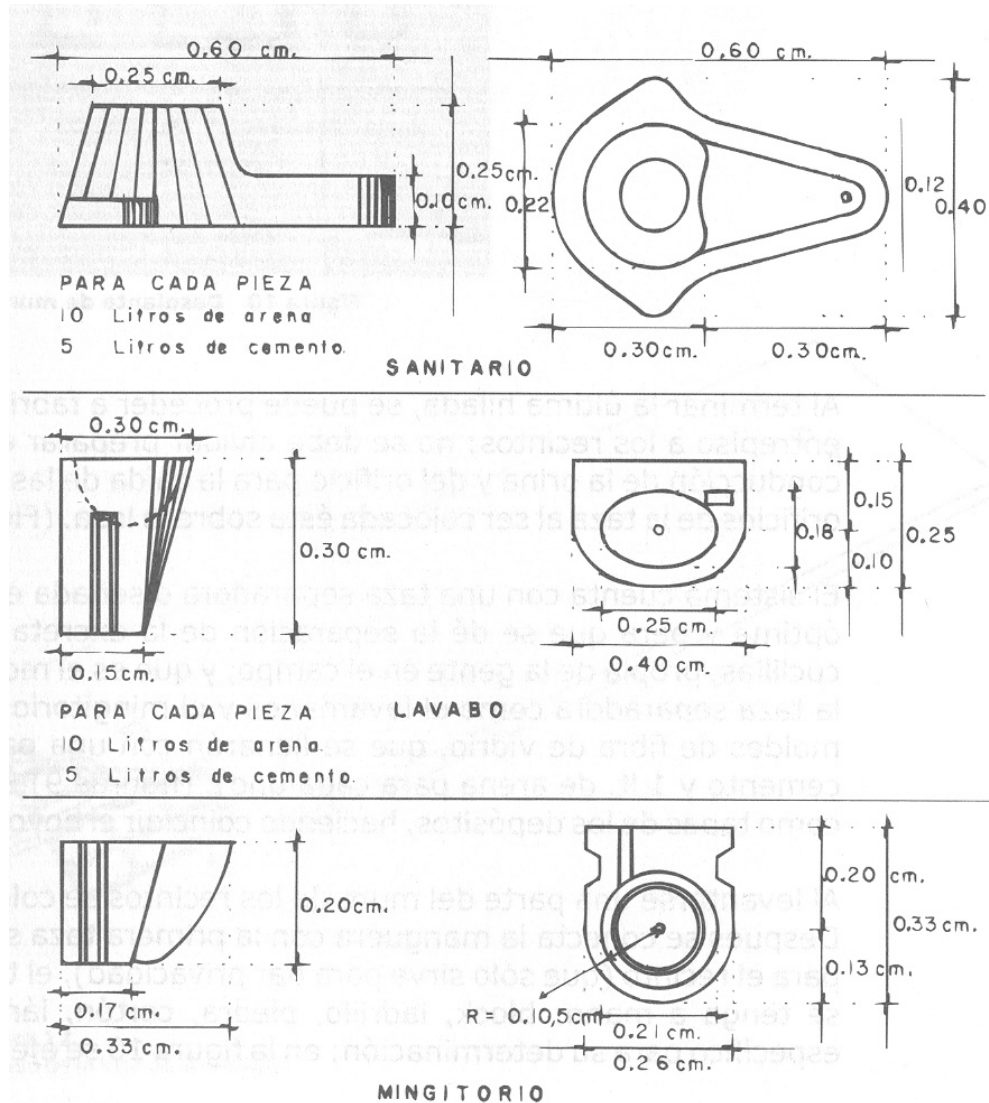


Figura 7

Figura 69 Diseño de los muebles del sanitario ecológico seco

Para el firme (3.2x2 y 5 cm de grueso)

- 2 sacos de cemento
- 8 botes de grava
- 6 botes de arena



3 latas de agua

Puertas y compuertas

4 marcos de 30x80 cm en ángulo de 1", forrados de lámina calibre 24

2 marcos de 50x80 cm de la misma composición que los anteriores

4 puertas metálicas de marco fijo de 1.80 m de altura x 60 cm de ancho

5.2.3.5 Mantenimiento

La naturaleza debe preservarse sin contaminantes, sin alterar su funcionamiento y autorregulación para evitarnos daños; para el sanitario ecológico seco debe hacerse lo mismo, así asegurarnos que no huelga mal y funcione. Mantener el sanitario limpio y en funcionamiento significa usarlo bien.

5.3 Métodos de eliminación para basuras

En la actualidad existe un gran problema por la acumulación y excesiva producción de basura, esto ha orillado a crear múltiples métodos de eliminación que a continuación se resumen.

5.3.1 Almacenamiento doméstico

En zonas carentes o de escaso servicio municipal de recolección de basuras, estas pueden eliminarse quemándolas en un incinerador casero, que se puede construir con un tambor metálico de 200 litros, modificado como sigue:



- 1) Recorte $\frac{3}{4}$ partes de una de las tapaderas, para formar la tapa del incinerador
- 2) Coloque una lámina vertical perforada formando el arranque del tiro, uniéndola a la tapa del incinerador.
- 3) Construya y coloque una parrilla de albrón de $\frac{1}{4}$ " de diámetro, separada de 0.15 a 0.20 m del fondo del tambor.
- 4) Recorte un costado del tambor, formando con la misma lámina una puerta para sacar las cenizas.
- 5) En la parte superior, coloque una chimenea de tubo de lámina galvanizada de 0.15 m y 2 m de largo.

El incinerador se colocará en un lugar que no permita al humo penetrar a las habitaciones. Véase figura 70.

5.3.2 Métodos de eliminación

A continuación se describirán los diferentes métodos de eliminación de basuras:

Conversión en abonos orgánicos

Este método de tratamiento permite la obtención de abonos orgánicos. En él las basuras se sujetan a procesos de transformación en locales adecuados. No produce malos olores ni humos. No se favorece la proliferación de insectos y roedores y los sitios de transformación se pueden ubicar en lugares céntricos de la población, disminuyendo así los costos de confinamiento.

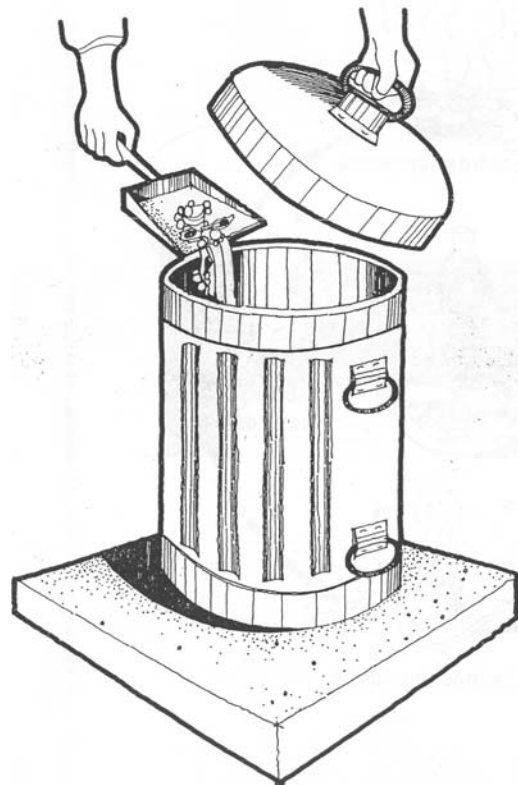


Figura 70 Almacenamiento doméstico

Se utilizan equipos de costo variable; desde el simple proceso “traspapeleo”, hasta equipos patentados de alta capacidad. Para obtener el producto final, se requieren aproximadamente 28 días. Los abonos producidos mejoran las características de los suelos por su elevada capacidad de retención de humedad y la relación de carbón-nitrógeno.

5.3.3 Tratamiento

A continuación se describen los procesos de tratamiento de las basuras entre las que destacan:



Alimento de cerdos

Los desechos de alimentos, conocidos con el nombre de “Escamocho” pueden utilizarse para la alimentación de cerdos. Se requiere que en los lugares donde se produzca se almacene por separado de las basuras. Debe ser recolectado diariamente para evitar su putrefacción.

Incineración

Las basuras se queman a elevadas temperaturas y dejan un residuo de cenizas que representa aproximadamente el 10% en volumen. Las cenizas y los materiales que no se incineran, deben confinarse a un relleno sanitario.

Es fundamental el diseño adecuado del incinerador, ya que el contenido variable de humedad en la basura, puede por deficiencia de calor o de tiro, ocasionar humos y olores desagradables.

Se requiere de un local para el almacenamiento de la basura, con la capacidad suficiente para resolver los problemas de separación o aumento imprevisto de la basura.

Este método implica un alto costo de inversión inicial y de operación.

5.3.4 Incinerador

En la figura 71 se muestra un incinerador.



5.3.5 Quemador doméstico para basuras

Los recipientes para basuras, deben reunir las siguientes características:

- 1) Ser impermeables.
- 2) Estar provistos de tapa ajustada.
- 3) Ser resistentes a la oxidación.
- 4) Ser estructuralmente fuertes para resistir la manipulación.
- 5) Ser fáciles de llenar, limpiar y vaciar.
- 6) Tener tamaño adecuado, de manera que cuando estén llenos puedan ser fácilmente manipulados por una persona.
- 7) Estar provistos de asas a los lados y una agarradera en la tapa.
- 8) Se recomienda que sean de una capacidad de 20 a 50 litros, de acuerdo con la frecuencia de recolección en la localidad.

5.3.6 Eliminación por enterramiento cubierto

En el medio rural, un procedimiento sencillo, económico y sanitario para eliminar las basuras caseras, se logra mediante la excavación de un foso de: 0.90x1.10x1.80 m, el cual se cubre con una losa de concreto que en su parte central lleva una tapa móvil, que facilita que el foso permanezca siempre tapado.

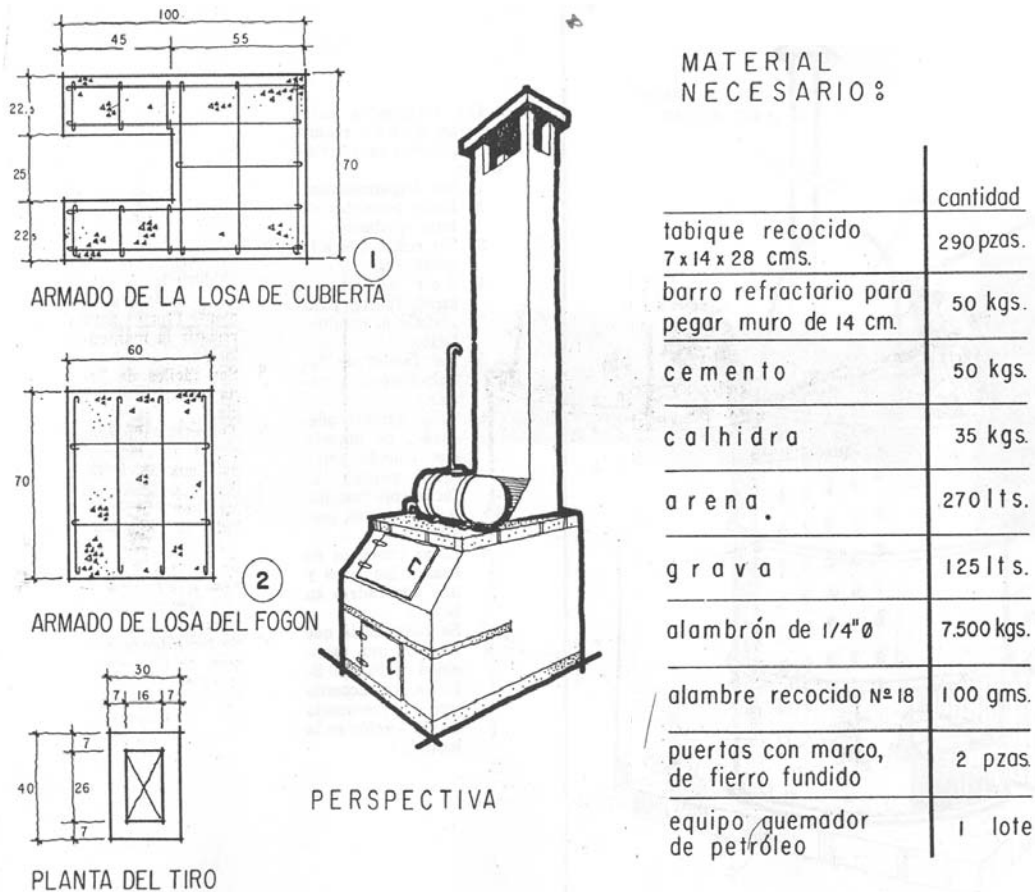


Figura 71 Incinerador

En la figura 72 se muestra un quemador dom3stico para basuras.

El procedimiento consiste en vaciar dentro del foso las basuras producidas en el d3a; una vez que la basura llega a una altura de 0.50 m con respecto al nivel del terreno, la losa se retira hacia otro foso que se excava pr3ximo al primero, el cual se cubre con el producto de la 3ltima excavaci3n, evit3ndose con esto la procreaci3n de moscas y ratas. V3ase figura 73.

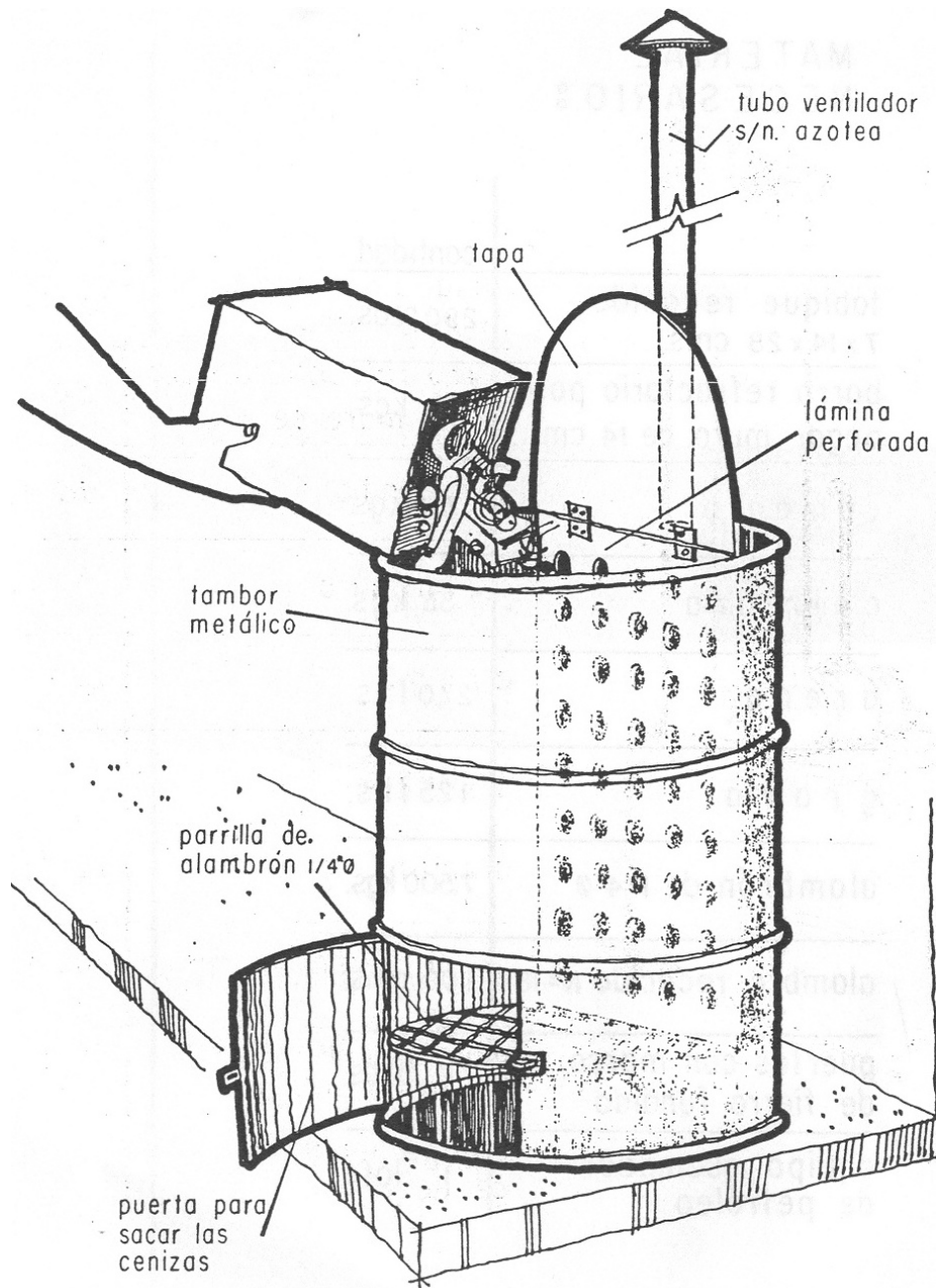


Figura 72 Quemador doméstico para basuras

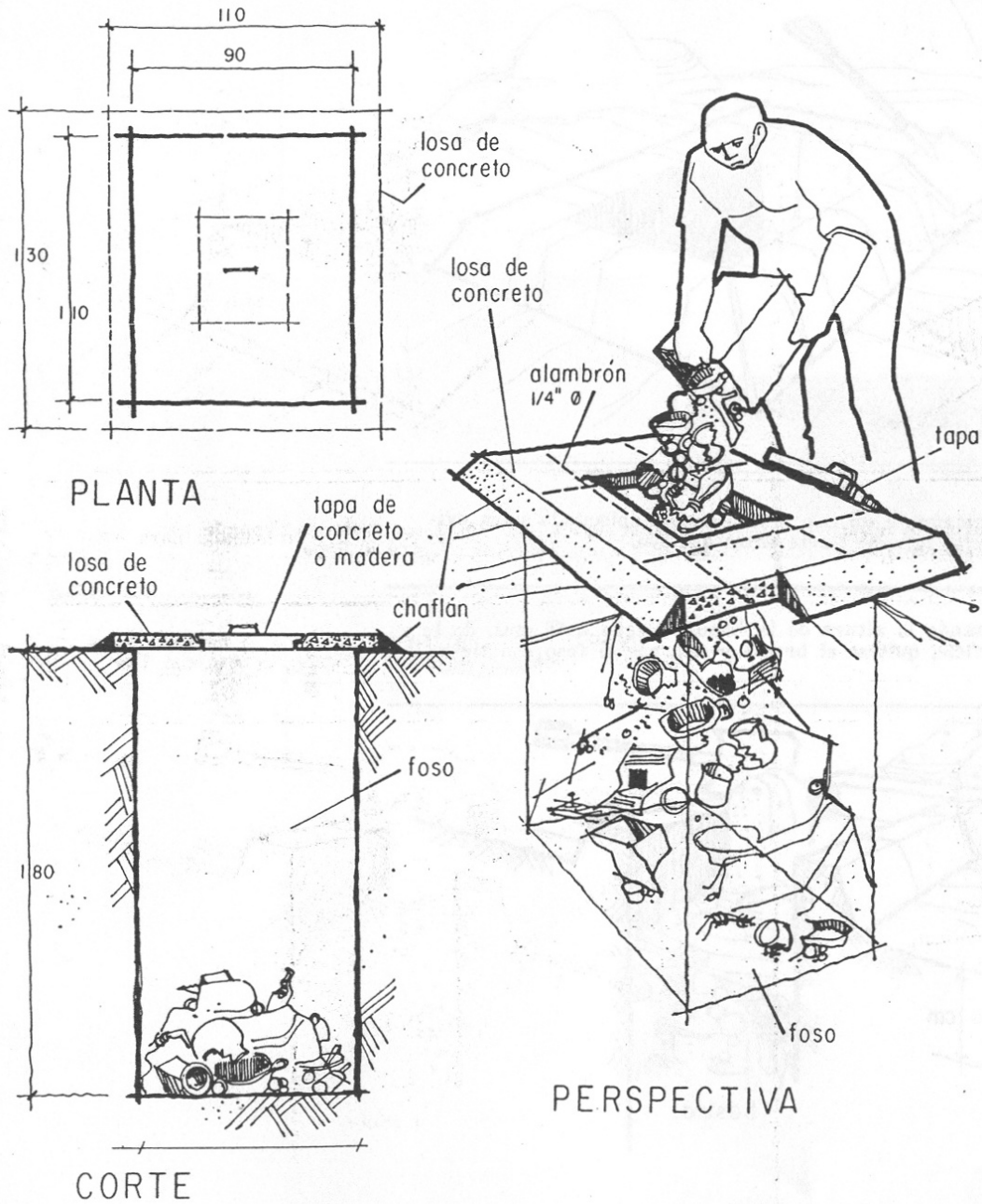


Figura 73 Enterramiento cubierto

5.3.7 Eliminación por enterramiento a cielo abierto

A continuación se muestra un esquema de cómo se realiza este tipo de eliminación

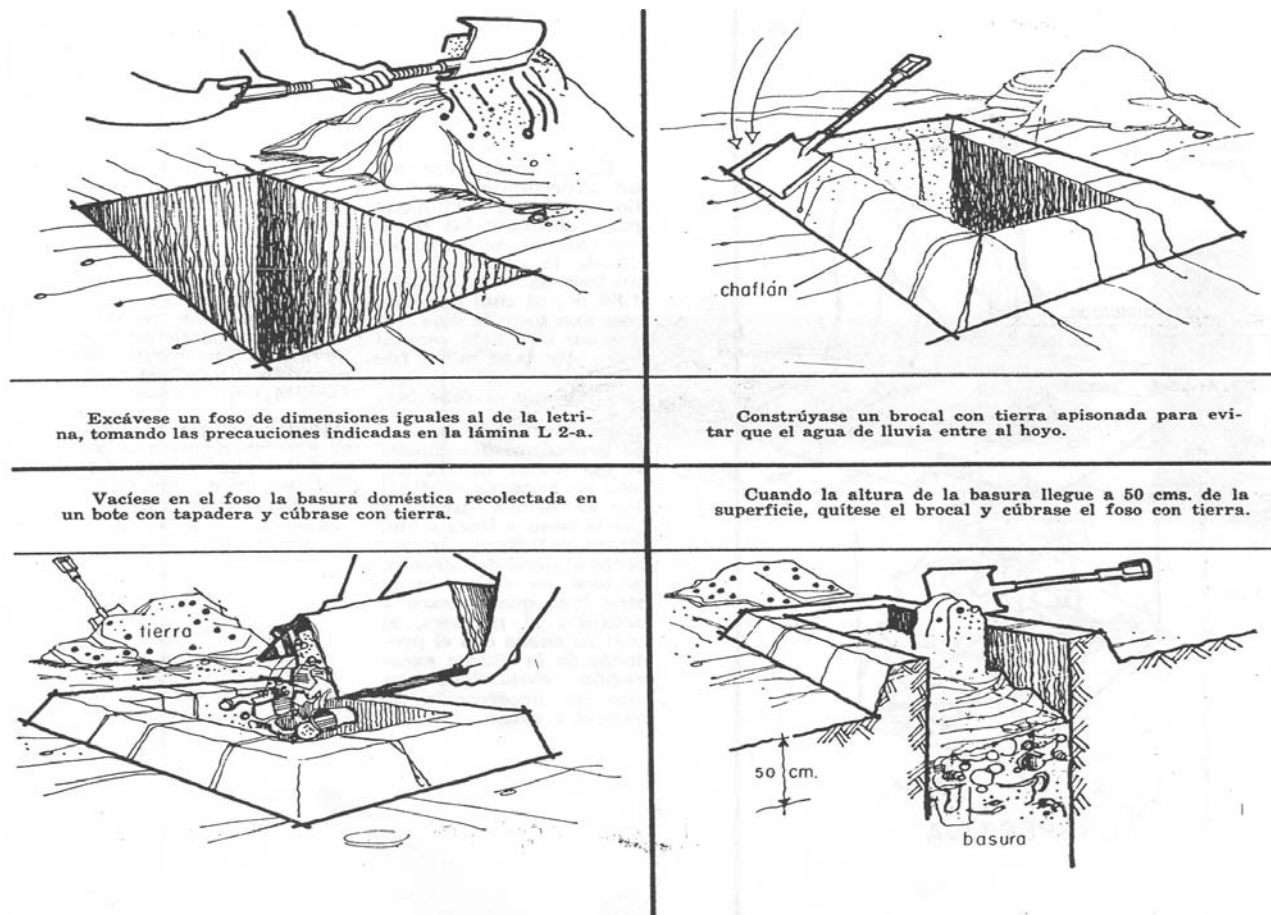


Figura 74 Eliminación por enterramiento a cielo abierto



Capítulo 6. Ejemplo de vivienda ecológica económica y auto sustentable en una comunidad rural

En este capítulo se ejemplificará de forma general, de acuerdo a lo visto a lo largo de este trabajo, la construcción de una vivienda ecológica, económica y auto sustentable en una comunidad rural, es decir, se decidirá por una de las opciones que se presentaron en los diversos capítulos.

6.1 Construcción de la vivienda

Las empresas gubernamentales encargadas de realizar obras de gran infraestructura, se encargan de la reubicación de las viviendas para las comunidades afectadas por la obra, es muy común que se realicen proyectos de reubicación demasiado sofisticados para comunidades rurales, que implican un costo de mantenimiento de las viviendas muy elevados, que provocan poco interés de los pobladores a habitarlas y que al final prefieren vender las viviendas y reubicarse nuevamente en sitios adecuados y cercanos a sus fuentes de producción.

Un ejemplo de esto se dio en la realización de la central hidroeléctrica El Cajón, la CFE se hizo cargo de la reubicación de las poblaciones La playa, el Ciruelo y San Juan, con la construcción de las viviendas, el equipamiento con agua potable y energía eléctrica. A los habitantes afectados se les construyó 4 tipos distintos de vivienda: las primeras con cocina y un cuarto; las segundas, cocina, dos habitaciones; las últimas con tres cuartos y cuatro recámaras, respectivamente. Todas cuentan con sala comedor, así como la zona húmeda que es el baño, letrina, lavaderos, pila de agua, patio y corredor.



Sin embargo los pobladores de estas comunidades no están en completo acuerdo con estas viviendas debido a que no se han adaptado satisfactoriamente.

Es por esto que se propone una vivienda económica, ecológica y auto sustentable para una comunidad rural, con la cual queden cubiertas las necesidades de la población y puedan disminuirse los problemas que históricamente se han suscitado.

Se propone una vivienda sencilla y con los servicios básicos necesarios para una comunidad rural, en la figura 75 se muestra la planta arquitectónica de la vivienda propuesta.

6.1.1 Cimentación

El terreno donde se construirá la vivienda deberá estar muy bien compactado, se deberá de colocar una losa de cimentación de aproximadamente 15 cm de espesor y 4 zapatas de 40x40x15 cm colocadas en las esquinas para sostener las columnas de la vivienda.

6.1.2 Pisos

Para la construcción de los pisos se utilizará el piso de cemento, puesto que solo será requerido nivelar el terreno donde se construirá la vivienda y una vez realizado esto se colocará una capa de concreto llamada firme de concreto.

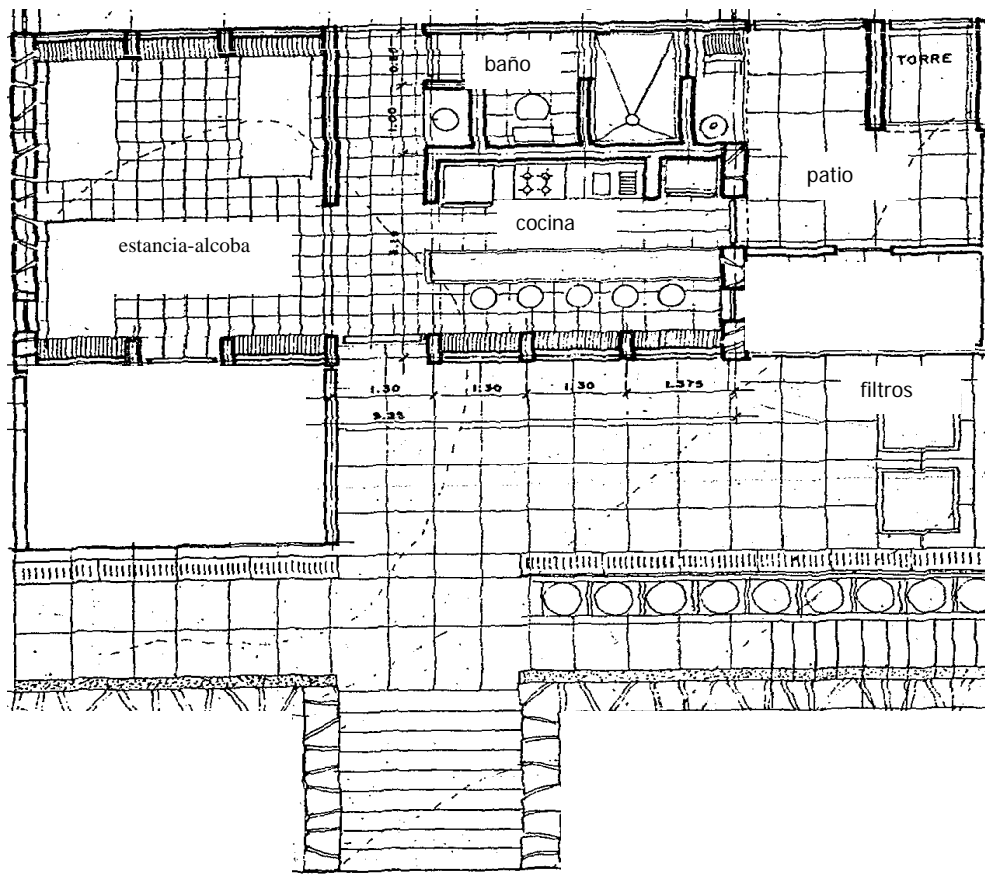


Figura 75 Planta arquitectónica de la vivienda

6.1.3 Muros

Para la construcción de los muros se sugiere utilizar ladrillos puesto que este material es muy fácil de hacer o promover su fabricación, además de que es muy sencillo de colocar y es un material que permite conservar el calor y a la vez proteger del frío.



6.1.4 Columnas

Para la construcción de las columnas, lo que se propone es utilizar los castillos de concreto debido a que es fácil de realizarse y no resulta tan costoso como hacer una columna de ladrillos, además de que es lo más común y seguro en caso de un desastre natural como sismos, huracanes, etc.

6.1.5 Techos

Se utilizarán losas de concreto que aunque son un poco más costosas que las otras variantes que se presentaron en el capítulo 2, se cree que estas son mucho más seguras, además de que son más resistentes a los fenómenos naturales.

En la figura 76 se muestra la fachada oriente de la vivienda.

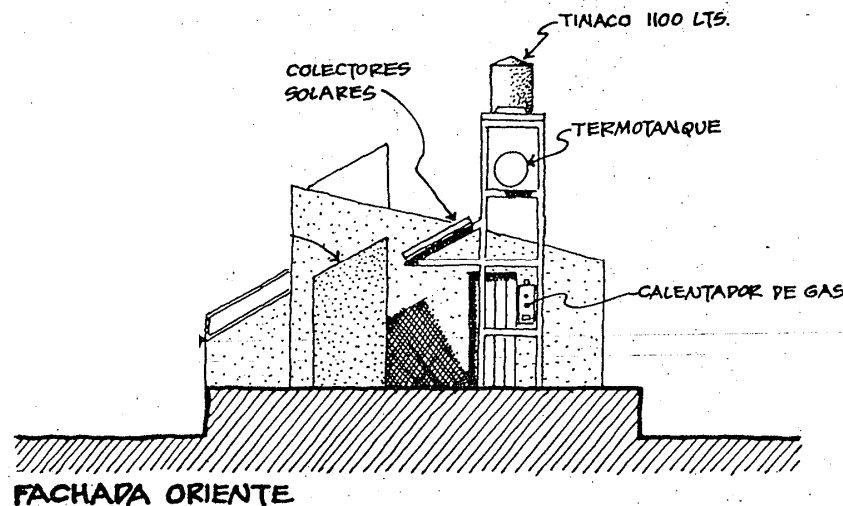


Figura 76 Fachada oriente de la vivienda



6.2 Agua para la vivienda ecológica, económica y auto sustentable.

El agua es el principal recurso natural que se necesita por lo que es de suma importancia tratar el tema de cómo va a ser la captación, conducción y potabilización del agua en nuestra vivienda ecológica, económica y auto sustentable.

6.2.1 Captación de agua

Para lograr una correcta recolección de agua pluvial se considerará para nuestra vivienda un sistema de recolección básico que consistirá en:

- Superficie de colección de agua pluvial: La superficie para la recolección del agua pluvial está en función de la precipitación media que ocurre en el sitio donde se llevará a cabo la vivienda. Hay que considerar los meses secos para que el sistema de recolección tenga el suficiente volumen para abastecer durante la temporada de estiaje. Al cabo de aplicar la siguiente fórmula nos debe resultar que el agua disponible debe ser mayor:

Agua Disponible > Volumen Inicial + Volumen capturado – Volumen usado

- Canales: es el medio por el cual el agua recolectada podrá ser llevada a la parte de los tanques de almacenamiento, estos canales deberán ser colocados de forma estratégica para que el agua no se encuentre contaminada. Se utilizarán estos canales elaborados de lámina con todos los accesorios necesarios para su uso.



-
- Tanques de almacenaje: Para el almacenaje del agua recolectada se recomienda utilizar tanques de polipropileno, ya que estos serán resistentes y hechos especialmente para el almacenamiento de agua, aunque tal vez sean un poco más costosos, este costo repercute en que el mantenimiento de estos tanques de polipropileno es bajo y sencillo.

6.2.2 Conducción del agua

Para tener una presión adecuada o lo suficiente para atravesar una tubería, se necesitaría que los tanques de almacenaje se encontraran a 27 m sobre la casa, lo cual es completamente impráctico, por lo cual se propone que para alcanzar la presión apropiada se coloque:

- Una bomba de pedal, puesto que está podrá ser accionada de forma manual y sin el uso de la energía eléctrica, es importante esta bomba puesto que se puede accionar en cualquier momento y solo se requerirá de colocarse cerca del tanque de almacenamiento de agua, y de esta forma conducir el agua por las tuberías, previamente instaladas a lo largo de la vivienda, de forma adecuada.

Se propone la bomba de pedal, debido a que es un artículo cuya fabricación podrá ser efectuada con las materias primas de la región, así como también porque su mantenimiento es fácil y no requiere de personas especializadas.

En la figura 77 se esquematiza el sistema de captación y conducción del agua de lluvia.



6.2.3 Potabilización del agua

Debido a que en el área de captación, así como en los tanques de almacenaje afectan la calidad del agua de lluvia captada. Con el tratamiento mínimo y el cuidado adecuado del sistema, la precipitación se puede utilizar como agua potable y de irrigación.

El agua de lluvia prevista para el uso potable doméstico se debe tratar usando el equipo apropiado de la filtración y de la desinfección.

El agua de lluvia prevista solamente para la irrigación puede no necesitar algún tratamiento a excepción de una lámina entre la superficie de la captación y el canal para guardar los desechos fuera del tanque.

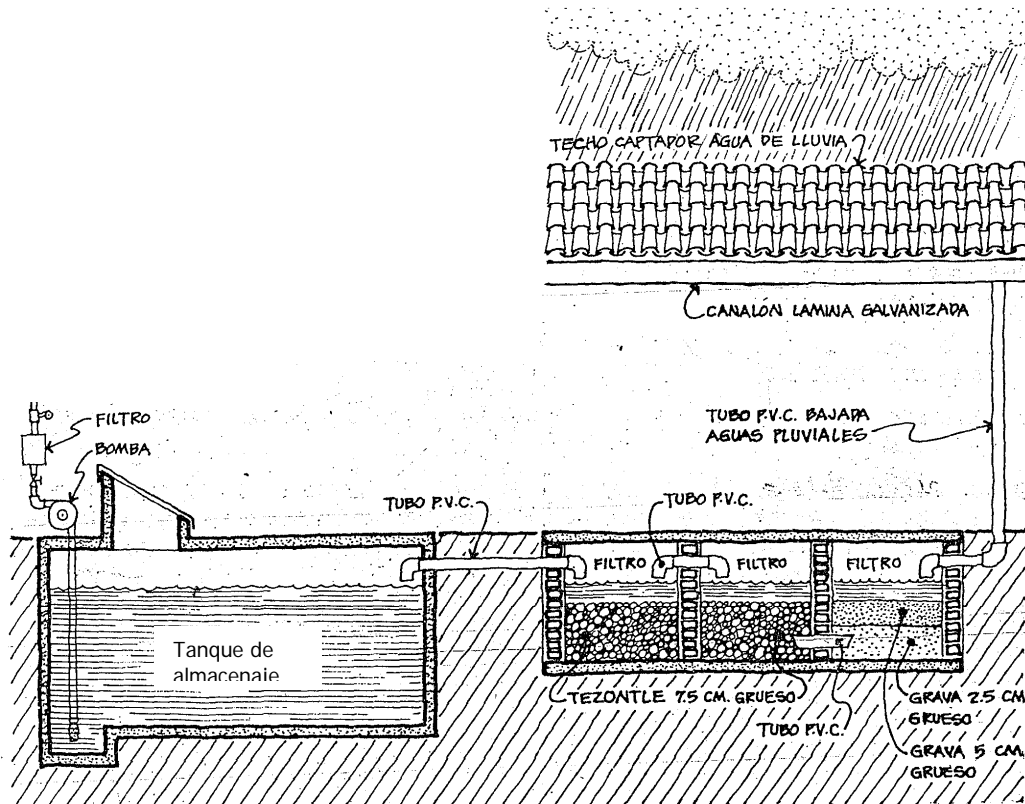


Figura 77 Sistema de captación y conducción del agua pluvial



De acuerdo a lo visto con anterioridad se propone que para la vivienda se debe de:

- Realizar la limpieza de los canales y bajadas de agua; esto con el fin de mantener siempre libre y limpio el paso del agua, para que esta no se contamine en el camino.
- Cambiar los filtros regularmente; esto para que siempre se mantenga libre el paso del agua y además para que las suciedades o basuras no se mezclen con el agua.
- Revisar con frecuencia los estándares de calidad del agua que marcan las normas mexicanas; esto deberá de realizarse por personas especializadas en la materia.
- Limpiar con frecuencia la superficie de captación, así como los tanques de almacenamiento, para evitar la acumulación de polvo o basura que se pueda acumular durante la época de estiaje.

En cuanto al tratamiento del agua de lluvia se instalará una azotea galvanizada plana, para evitar mejorar así la calidad del agua.

De acuerdo a las necesidades de la comunidad a la que estará dirigida esta vivienda se utilizará la cloración como método de tratamiento. Para la desinfección del agua se deben de agregar 0.6 litros de cloro por 3785 litros de agua de lluvia. El tiempo que deberá permanecer el cloro en contacto con el agua de lluvia es determinado por la tabla 1 incluida en el capítulo 3.

Para una correcta potabilización del agua se deberá de contar con un filtro de arena, el cual deberá de contener una capa de grava, carbón vegetal y arena fina. Siguiendo el siguiente procedimiento.

1. En caso de contener materia flotante, turbiedad o alguna otra impureza, se le deberá cribar, sedimentar y filtrar.
2. Determinar el volumen del agua a clorar, en litros.
3. Aplicar unas 3 gotas de solución al 1% de cloro, por cada litro de agua a clorar.
4. Agitar durante un minuto.

En la figura 78 se muestra un filtro de agua para la potabilización.

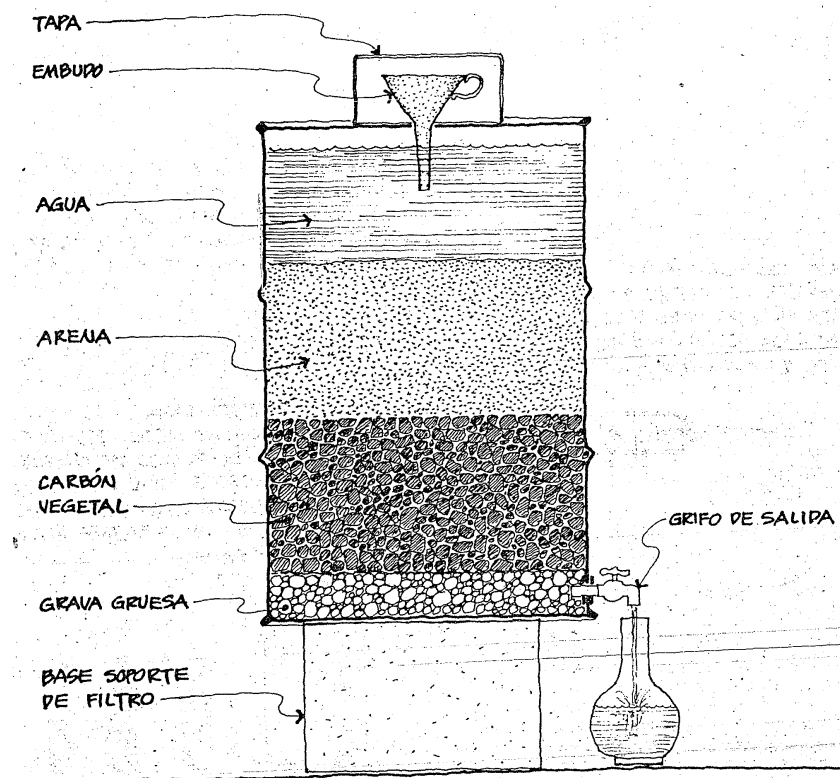


Figura 78 Filtro de agua para la potabilización



6.4 Energía de la vivienda ecológica, económica y auto sustentable.

La vivienda ecológica, económica y auto sustentable será planeada para realizarse de forma conjunta, es decir, se pretende que no solo se realice una casa, sino que se forme una comunidad de viviendas con este tipo de características.

El tipo de energía a utilizarse dependerá del sitio donde se realice la vivienda, ya que podría utilizarse el viento como fuente de energía, en caso de encontrarse en un sitio ventoso, o la energía maremotriz en caso de encontrarnos en un sitio cercano a la costa, o la energía eólica-solar si es que nos encontramos en un sitio con vientos considerables y medianamente soleados, es decir, existen muchas posibilidades para generar energía eléctrica por medios naturales, aunque la posibilidad más común para cualquier sitio de la República Mexicana es el uso de la energía solar.

Para la generación de energía solar lo que se pretende es colocar un sistema de 10 kw_p paneles fotovoltaicos con todos los elementos necesarios para generar energía por medio de la radiación solar. Suficiente para abastecer de energía eléctrica a por lo menos 10 viviendas rurales.

El sistema de celdas fotovoltaicas y sus principales componentes estarán situados en un área exclusiva, alejada y protegida de todas las viviendas.

El área donde se colocará el sistema de celdas deberá estar protegido con una reja, esto para evitar que las personas de la comunidad entren en contacto con el sistema para evitar posibles daños al sistema o algún riesgo a las personas.



El sistema de generación de energía por radiación solar deberá contener:

- Módulo fotovoltaico: Las fotocélulas se colocará al sur para aprovechar a lo máximo la radiación solar. Debido a que se colocarán varios módulos para satisfacer a una comunidad, estos deberán guardar las mismas características.
- Regulador: Su función es evitar la sobrecarga de la batería.
- Batería: Su función será la de almacenar la corriente. Deberán de colocarse en un lugar bien ventilado, y bien protegidas de cambios bruscos de temperatura.
- Cables: Hay que tomar en cuenta que el tendido de los cables en la instalación solar fotovoltaica debe ser lo más corto posible, para reducir perdidas de energía.

Sin embargo, atendiendo algunas situaciones históricas, donde algunos pobladores a los cuales se les ha querido reubicar en pequeñas comunidades, y no lo permiten, se debe de contar con la posibilidad de una vivienda ecológica, económica y auto sustentable individual. Siendo el tema de la energía el más crítico debido a que resulta muy costoso un sistema de celdas fotovoltaicas individual.

Por lo anterior es que también se propone un sistema de 1.2 kw_p, paneles fotovoltaicos con los elementos necesarios, instalados en la techumbre de la vivienda y que es suficiente para abastecer de energía eléctrica a una vivienda rural.

Para la iluminación del alumbrado de la comunidad lo que se pretende es utilizar un sistema de luminaria alimentada por energía fotovoltaica de 18W, en las áreas comunes de la comunidad.

El sistema consiste en almacenar durante el día la energía solar, en una batería autocontenida, usando esta energía por la noche. El sistema tiene la capacidad de no interrumpir el servicio hasta por 20 días, en caso de presentarse un período nublado.

En la figura 79 se muestra el sistema de generación de energía solar utilizado para luminarias solares.

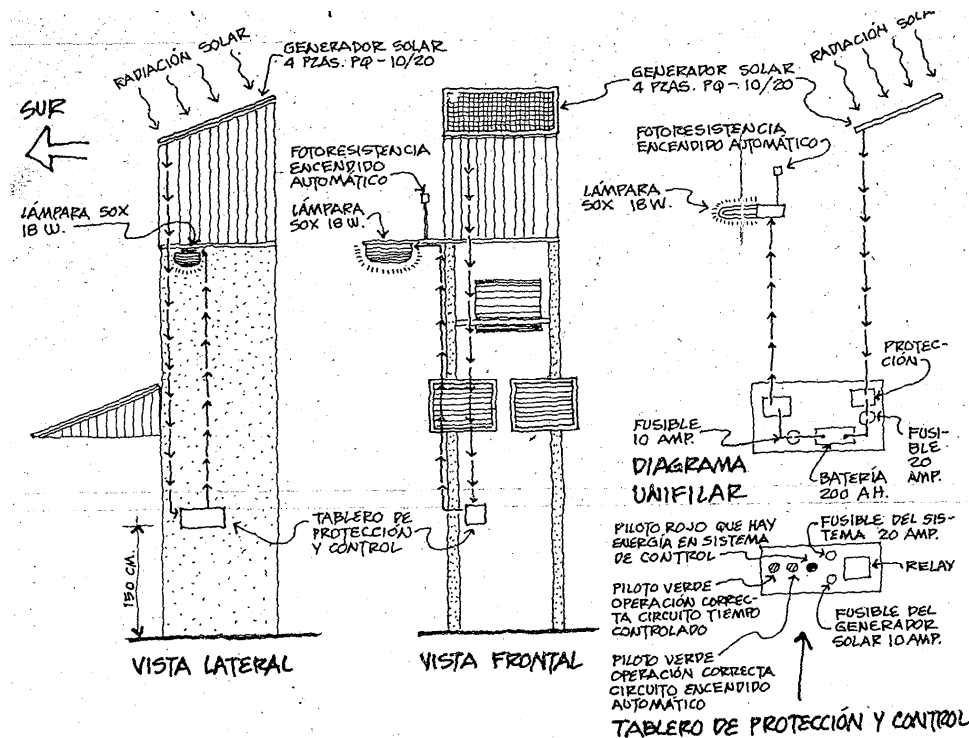


Figura 79 Torre de generación de energía para luminaria solar



6.5 Manejo de desechos para la vivienda económica, ecológica y auto sustentable

El manejo adecuado de los desechos es un problema que se ha enfatizado en las últimas épocas en México y esto se debe a la saturación de los tiraderos de basura, así como a la poca capacidad existente del sistema de alcantarillado.

Para nuestro caso, vale la pena señalar que las comunidades rurales reutilizan los desechos orgánicos, elaborando composta, utilizándolos como alimento de algunos animales, etc.

El principal problema de estas comunidades lo encontramos en la disposición final de los desechos inorgánicos, puesto que no cuentan con un sistema de recolección de estos.

Para evitar la acumulación de desechos, tanto líquidos como sólidos, en nuestra propuesta de vivienda, se colocarán diferentes tipos de sistemas de recolección de estos.

6.5.1 Manejo de aguas servidas

De acuerdo a lo visto en el capítulo 5 de este trabajo, donde se presentan varias soluciones para eliminar las aguas servidas o como es más común nombrarlas aguas negras, se concluyó que el método más apropiado para el manejo de estos residuos sería el sanitario ecológico seco.

Se propone el sanitario ecológico seco ya que cuenta con varias ventajas, entre las que destacan:



-
- No requiere el empleo de agua, esto es importante porque debido a que nuestra vivienda ecológica constará de captadores de agua, estos no tendrán que contemplar el uso del agua para los desechos. En lugar de agua se podrá utilizar tierra seca que ayuda a la biodegradación de las excretas.
 - No se requiere de realizar una fosa por debajo del nivel del suelo.
 - No existirá contaminación de mantos freáticos, ni del aire, ni de los suelos, por estar construido sobre el nivel del suelo.
 - Es un sanitario permanente por no tratarse de un depósito que se pueda llenar.
 - No requiere de ser construido con materiales impermeables por no existir humedad en los depósitos y podrán ser construido por materiales del sitio.
 - Tanto la orina como la excreta, se integran a la naturaleza sin causar daño, la excreta se transforma en abono y la orina reducido su PH por el agua jabonosa, es factible de utilizarse en el riego.
 - No huele y no contamina, por lo que se puede colocar cerca de la habitación.

Por todas estas razones se propone colocar un sanitario ecológico, este será colocado en una zona donde no pegue la sombra porque los rayos del sol ayudan a la correcta deshidratación de los residuos. El sanitario se encontrará cerca de lo zona habitacional.

Se colocarán 2 depósitos por cada 2 casas; dos tazas separadoras, una sobre cada depósito y un lavabo en medio de las tazas.

El funcionamiento, así como el proceso constructivo del sanitario ecológico, se encuentra en el capítulo 5 de este trabajo.



6.5.2 Manejo de basuras

El manejo de las basuras es un gran problema para la contaminación y es de gran importancia para las comunidades ya que representa focos de infección. Es necesario encontrar un método de eliminación de basuras que sea efectivo y que ayude a preservar el ambiente.

El método de eliminación de basuras que se propone para nuestra vivienda será el de un quemador doméstico, este método es el ideal para el medio rural, ya que es de un tamaño reducido y permite la eliminación por completo de las basuras, sin tener que hacer un relleno sanitario que podría producir malos olores o hasta contaminación del suelo.

Es importante señalar que para llevar a cabo el método de eliminación por medio de quemador doméstico, se deberán de separar los plásticos del resto de los desechos inorgánicos, ya que estos pueden desprender humos tóxicos o dañinos al momento de quemarse, por lo cual se contará con 3 cajas separadoras de basura, una para los desechos orgánicos, otra para los residuos inorgánicos, sin contener plásticos, y otro para los plásticos. Véase figura 80

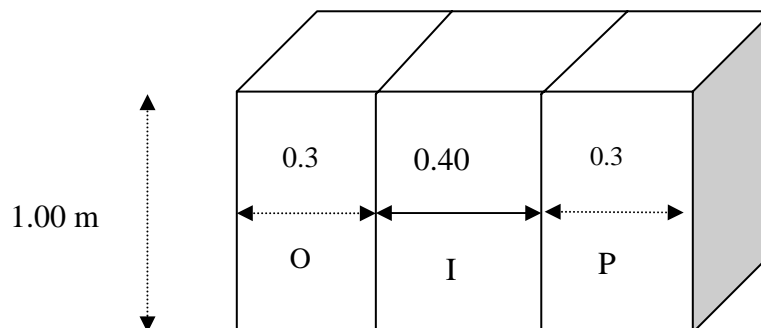


Figura 80. Separador de desechos



Las características que deber reunir este quemador doméstico son:

- Deberá de colocarse lejos de la vivienda, ya que los humos producidos por la incineración podrían ser dañinos para los habitantes de la comunidad.
- Deberán ser impermeables.
- Ser lo suficientemente fuertes para resistir la manipulación.
- Deberán ser fáciles de usar para poder ser manipulados por una sola persona y que no se requiera de personal calificado.
- Deberán de tener una capacidad de 20 a 50 litros dependiendo de la cantidad de basura que se produzca en la localidad.



Capítulo 7. Conclusiones

Los proyectos de gran infraestructura son importantes para el desarrollo de un país, sin embargo también conllevan algunas afectaciones a diversas comunidades, que en la mayoría de las ocasiones se trata de comunidades rurales.

La reubicación de las comunidades rurales afectadas por un proyecto de gran infraestructura se ha llevado a cabo, sin tener un contexto real de los usos y costumbres de la población afectada, y debido a esto muchas veces no se cumple con las expectativas de las comunidades.

Es por esto que se propone una vivienda ecológica, económica y auto sustentable, que pueda atender las necesidades de una comunidad rural. Sobre todo aspectos que tengan que ver con el tratamiento de los desechos, la captación de agua pluvial, el aprovechamiento de los recursos naturales.

Se trata de una vivienda ecológica y auto sustentable porque será capaz de optimizar, los recursos, energía y residuos que maneja, de una manera eficaz, sencilla y a menor precio, esto es, pensada y diseñada no solo para cubrir un requerimiento momentáneo, sino pensando en el uso y permanencia del bien.

El agua es un elemento de suma importancia por lo que hay que conservarla y reciclarla, esta vivienda contará con la capacidad de reciclar y reutilizar el agua a través de un sistema de captación, conducción y potabilización, logrando así utilizar el agua pluvial para el uso doméstico.



El uso de los recursos naturales como fuente de energía adquieren un papel muy importante en el desarrollo de esta vivienda, ya que de esta manera podemos abastecer de energía eléctrica a la vivienda, sin la necesidad de encontrarnos cerca de alguna comunidad y así poder conectarnos a la red de electricidad local, lo que significa que se puede llegar a cualquier sitio. Aunque los sistemas de generación de energía eléctrica por medio de los recursos naturales, son un poco costosos, se justifica la inversión con el largo período de vida del sistema y el bajo costo de la manutención.

El manejo de los residuos en la vivienda será muy importante para poder lograr la auto sustentabilidad deseada, se dispondrán de los desechos dependiendo del origen de estos, primero clasificándolos y después buscando la forma de deshacerse de ellos.

Finalmente, asegurarse de construir una vivienda perfectamente planeada y organizada, desde la colocación estratégica que tendrá, los materiales que se utilizarán para su construcción, el proceso constructivo que se llevará a cabo, el manejo de los residuos, la captación de energía y agua, la conducción de estos recursos, hasta como se llevará a cabo la manutención si es que se requiere de los distintos sistemas que se colocarán.



Bibliografía

- Gould J, Nissen-Petersen E. 1999. Rainwater catchment systems for domestic rain: design construction and implementation. London: Intermediate Technology Publications. 335 p.
- Radlet J, Radlet P. 2004. Rainwater harvesting design and installation workshop. Boerne (TX): Save the Rain. Rain Water Harvesting and Waste Water Systems Pty Ltd., www.rainharvesting.com.au
- Lye D. 2002. Health risks associated with consumption of untreated water from household roof catchment systems. Journal of the American Water Resources Association 38(5):1301-1306.
- Thomas PR, Grenne GR. 1993. Rainwater quality from different roof catchments. Water Science Technology (28):290-99.
- United States Environmental Protection Agency, drinking water requirements, www.epa.gov/safewater/mcl.html
- American Water Works Association. 1999. Residential end uses of water. Denver (CO): American Water Works Association Research Foundation. 310 p.
- Johan Van Lengen. Manual del Arquitecto Descalzo. Como construir casas y otros edificios. Editorial Pax México, 2002. 538 p



-
- Dirección de Ingeniería Sanitaria. Secretaria de Salubridad y Asistencia. Manual de Saneamiento: Agua, vivienda y desechos. Editorial Limusa.1982.
 - M. E. Zamora. 1987. Dinámica de las comunidades ecológicas. México. Editorial Trillas
 - D. Philips C. La Basura. Editorial Ecodesarrollo.
 - Habitat y Energía. Los/Cornoldi. Editorial G. Gili
 - J. Seymore. La vida en el campo. Editorial Blume
 - Prototipos de la vivienda. FOVISSTE. ISSSTE. Editorial independiente
 - Mauricio Adame. Calidad y cantidad del agua en México. Editorial Universo Veintiuno
 - B/r. Vale. La casa autónoma. Editorial G. Gili
 - Ramsey/Anderson. Arquitectura bioclimática y ecología solar. Editorial Pax-Mex
 - Roger Dumon. Energía solar y almacenamiento. Editorial Torray Mason
 - J. Carlos Cádiz Deleito. La energía eólica. Editorial Blume
 - A. Deffis Caso La casa ecológica autosuficiente. Editorial Concepto.
 - Expocihac 2007 - Stand de energía ecológica. www.energiaecologica.com.mx
 - Expocihac 2007 - Stand de CONAVI- Proyecto e-5



*Vivienda ecológica, económica y auto sustentable en una comunidad rural,
reubicada debido a una obra de gran infraestructura*



-
- Expocihac 2007 - Stand de casas paquime. www.casaspaquime.com