

65

PIU-1774-431  
ISN=52645

**INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION  
Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL**

**(ICAITI)**

**MANUAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION  
PLANTA ECONOMICA DE BIOGAS**

**(D101)**



**Proyecto de Leña y Fuentes Alternas de Energía  
ICAITI-ROCAP No. 596-0089**

**1983**

## CONTENIDO

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Descripción general</b>	<b>2</b>
<b>El digestor de 3 metros cúbicos</b>	<b>4</b>
<b>Antes de construir</b>	<b>7</b>
<b>Instrucciones para construir</b>	<b>11</b>
<b>Instrucciones para operar el biodigestor</b>	<b>47</b>
<b>Pasos para la operación</b>	<b>50</b>
<b>La lámpara y la estufa</b>	<b>54</b>
<b>¿Qué herramienta necesito?</b>	<b>59</b>
<b>Dimensiones generales de los digestores</b>	<b>60</b>
<b>Cuadro de materiales necesarios</b>	<b>67</b>
<b>Cantidades de materiales para mezcla diaria</b>	<b>68</b>

## **INTRODUCCION**

Este es un manual con instrucciones para la construcción de digestores pequeños de bajo costo, desarrollados por el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial —ICAITI— como parte del Proyecto de Leña y Fuentes Alternas de Energía patrocinado por ROCAP.

Las instrucciones son aplicables a unidades con volumen entre 3 y 9 metros cúbicos, pero este manual describe con detalle sólo la construcción de un digestor de 3 metros cúbicos.

El modelo básico que se describe ha sido probado en la instalación experimental de la finca Bárcenas, Guatemala. Se estudiaron los rendimientos de diferentes mezclas de sustrato y las condiciones de temperatura y acidez del proceso de digestión. También se ensayaron diferentes materiales y técnicas de construcción.

Se ha tratado de que la construcción de estos digestores requiera solamente materiales de bajo costo y de fácil adquisición en las comunidades rurales. También se ha tratado de lograr un diseño que requiera las técnicas de construcción más sencillas posibles.

Estos modelos pequeños son apropiados para lugares en que no haya problemas de inundación ni agua subterránea cerca de la superficie; se destinan a la producción de biogás para uso doméstico, el cual puede emplearse para cocinar alimentos, iluminación y operación de un motor pequeño.

Para otras condiciones de lugar y consumo, se han diseñado otros modelos que requieren las técnicas convencionales de construcción; estos otros modelos se describen en manuales especiales preparados por el ICAITI.

## DESCRIPCION GENERAL.

La planta de biogás que aquí se describe consiste en cuatro partes: un tanque cerrado que se llama "digestor"; una pileta de carga; una pileta y un pozo de descarga; un sistema de recolección y almacenamiento.

El digestor es un tanque cerrado, de forma alargada, que se construye bajo tierra. Por un extremo está conectado con la pileta de carga, mediante un tubo; y por el otro extremo está conectado con la pileta de descarga, mediante otro tubo. En la parte superior tiene conectada una tubería pequeña de metal.

Si el digestor se llena con una mezcla preparada con desechos animales y vegetales mezclados con agua, y ésta se deja un tiempo adecuado dentro del tanque o digestor, se produce una fermentación de los materiales de la mezcla. Esta fermentación produce un gas llamado BIOGAS, que es un excelente combustible que puede usarse para cocinar, para iluminación y para hacer funcionar motores.

En la pileta de carga se deposita y homogeniza la mezcla con que se alimenta el digestor. Esta pileta es pequeña y de poca profundidad; la mezcla pasa por el tubo que la comunica con el digestor.

El pozo de descarga recibe la mezcla usada que sale del digestor. Este pozo es hondo y su profundidad es mayor que la del tanque. Por arriba es abierto para que sea posible recoger y retirar la mezcla usada.

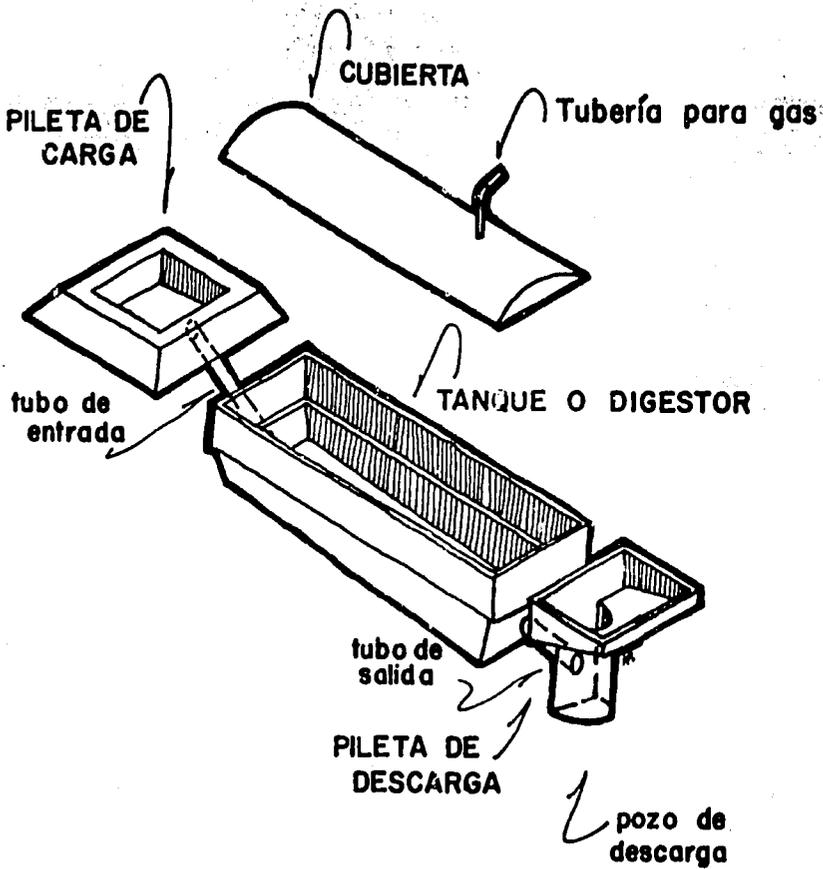
El sistema de recolección y almacenamiento de gas consiste en una tubería conectada a la parte superior del digestor, y en una bolsa ahulada en la que se guarda el biogás.

Para que el digestor produzca biogás constantemente, y para que no surjan problemas de operación, es necesario alimentarlo todos los días con un poco de mezcla que mantenga la producción de gas; esta mezcla nueva se introduce por la pileta de carga. Cuando se carga el digestor con mezcla nueva, es necesario retirar de la pileta de descarga un volumen igual al de la mezcla que se cargó.

La mezcla usada que sale del digestor, llamada "efluente", es muy buena como abono para los cultivos y puede ser aprovechada totalmente por el agricultor.

Para producir el biogás se usa materia prima sin costo; y lo único que se necesita además es mano de obra para: recoger los materiales de la mezcla, hacer la mezcla, cargar el digestor y retirar la mezcla usada.

El dibujo de la página de enfrente indica cómo es un digestor con sus piletas. Para que sea posible verlo por dentro, no se ha dibujado la cubierta en su lugar, sino al lado del tanque, pendiente de colocación.



# PARTES DE UN BIODIGESTOR Y SUS PILETAS

## EL DIGESTOR DE TRES METROS CUBICOS

### Medidas

El tanque o digestor tiene la forma de una caja con las paredes inclinadas para adentro. Las medidas por encima son:

largo : 4 metros  
 ancho : 1 metro y 30 centímetros

El fondo del digestor es inclinado. Las profundidades del fondo son:

extremo de pileta de carga : 90 centímetros  
 extremo de pozo de descarga : 1 metro y 30 centímetros

La pileta de carga tiene la forma de una caja, y sus medidas son:

ancho : 1 metro  
 largo : 1 metro y 30 centímetros  
 hondo : 30 centímetros

El pozo de descarga es un hoyo redondo. Y en su boca se construye una pileta en forma de caja. Las medidas de estas partes son:

diámetro del pozo : 50 centímetros  
 profundidad del pozo : 1 metro y 70 centímetros  
 ancho de la pileta : 1 metro  
 largo de la pileta : 1 metro y 30 centímetros  
 hondo de la pileta : 40 centímetros

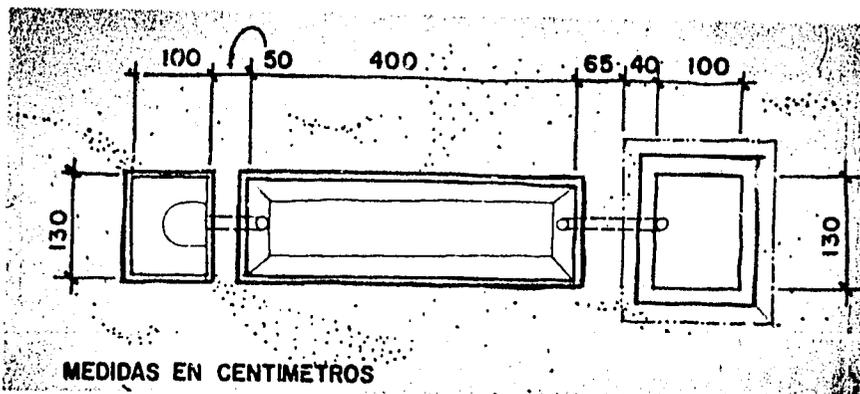
El tubo de entrada mide 15.2 centímetros (6 pulgadas) de diámetro y un metro de largo.

El tubo de salida mide 20.3 centímetros (8 pulgadas) de diámetro y un metro de largo.

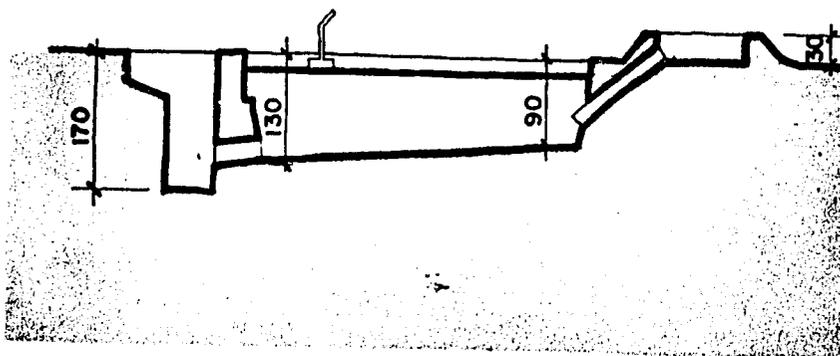
### Materiales de mano de obra.

Para la construcción del digestor, sin tomar en cuenta el sistema de recolección y almacenamiento de gas, se necesitan los materiales siguientes:

- 12 sacos de cemento portland.
- 10 metros de malla metálica para gallinero.
- 1 tubo de hierro galvanizado de 2.5 centímetros (1 pulgada) de diámetro por 60 centímetros de largo.
- 1 tubo de concreto para desagüe, de 15 centímetros (6 pulgadas) de diámetro, por un metro de largo.
- 2 tubos de concreto para desagüe, de 20 centímetros (8 pulgadas) de diámetro, por un metro de largo.
- 10 metros de tela plástica corriente.
- 1/2 metro cúbico de arena de río.
- 1 metro cúbico de arena blanca o de río.



**MEDIDAS DEL BIODIGESTOR Y LAS PILETAS  
(vistos por arriba, sin cubierta)**



**MEDIDAS DEL BIODIGESTOR Y LAS PILETAS  
(vistos por un lado, como si estuvieran cortados)**

Para construir el digestor y sus pileta se necesita un albañil y dos ayudantes; en época seca, tardarán unos 4 días en hacer todo el trabajo; en época de lluvia, seguramente tardarán más, según llueva.

Con los precios de este año (1983), en materiales se gastarán aproximadamente 100 pesos centroamericanos; y el albañil con sus ayudantes ganarán unos 70 pesos centroamericanos por todo el trabajo.

Siempre hay que considerar que si el lugar en que se hace el digestor queda muy lejos de un pueblo en que vendan materiales, puede resultar más caro el transporte. También debe tenerse en cuenta que si el dueño del terreno o alguno de sus hijos ayuda al albañil, puede ahorrarse el pago de ayudante y así resulta más barato el digestor.

Si se quiere un digestor más grande.

En las últimas páginas de este manual se pueden encontrar las medidas, los materiales y la mano de obra para digestores de 4, 5, 6, 7, 8, y 9 metros cúbicos.

**ANTES DE CONSTRUIR**

## ¿ QUE SE HACE ANTES DE COMENZAR A CONSTRUIR ?

Hay tres cosas importantes que se tienen que hacer antes de comenzar la construcción de un digestor. La primera es averiguar si se cuenta con la cantidad necesaria de materiales para hacer la mezcla que se carga todos los días al digestor. La segunda es escoger el lugar para construir. Y la tercera es averiguar si el material del suelo en el lugar es bueno.

**Cantidad de materiales para la mezcla.**

Para el digestor de 3 metros cúbicos, se necesita CADA DIA lo siguiente:

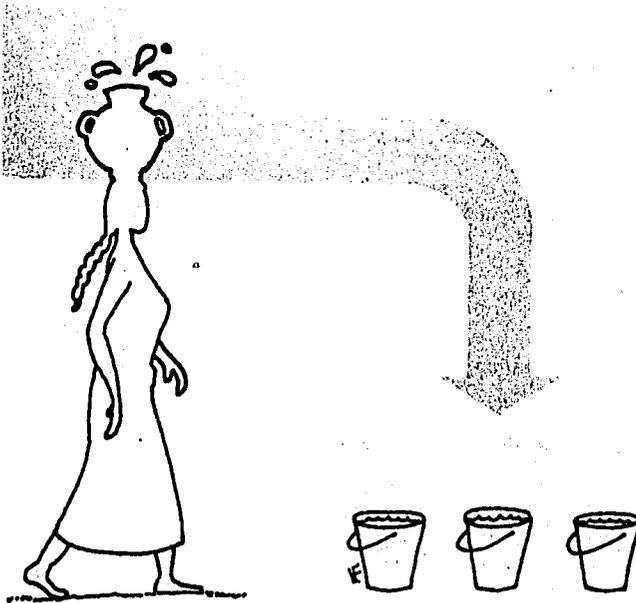
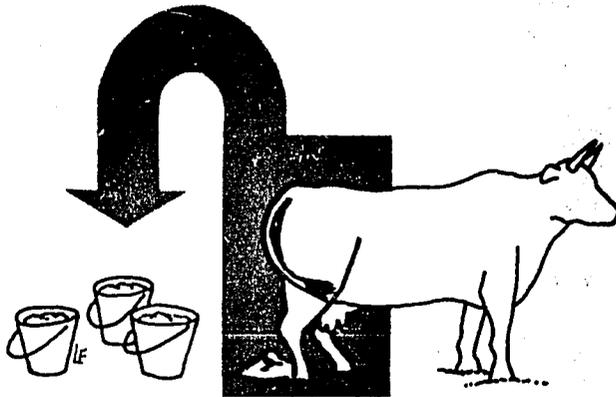
- 3 cubetas o baldes de estiércol fresco (de 15 litros cada una).
- 3 cubetas o baldes de agua (de 15 litros cada una).

En la última página de este manual hay un cuadro que tiene las cantidades de materiales necesarios para la mezcla que se usa cada día en digestores de 4, 5, 6, 7, 8 y 9 metros cúbicos.

## ¿ Dónde construir el digestor ?

Es muy importante escoger bien el lugar en que se va a construir el digestor, para tener la seguridad de que funcionará bien y de que durará bastante. Escoja uno o dos lugares que tengan las condiciones siguientes:

- a) Cerca del lugar en que se recoge el estiércol.
- b) Cerca de un lugar en que se disponga de agua en cantidad suficiente.
- c) Con suelo seco y sin nacimientos de agua.
- d) Lo más, a 100 metros del lugar en que se usará el gas.
- e) Un poco elevado (evitar las hoyas o depresiones).
- f) Lejos de árboles con raíces grandes.
- g) Asoleado la mayor parte del día.
- h) Con facilidad para llegar a los campos de cultivo.
- i) Fuera de caminos en que pasen vehículos o bestias.
- j) Que se pueda llegar con una carretilla.



**¿HAY SUFICIENTE MATERIAL  
PARA HACER LA MEZCLA TODOS  
LOS DIAS?**

**Cómo debe ser el suelo.**

Cuando ya esté escogido el lugar, es necesario averiguar cómo está el terreno debajo del suelo. Para eso, haga un hoyo cuadrado de 80 por 80 centímetros, y de un metro de profundidad. Si al hacer el hoyo aparecen capas de materiales diferentes, no los revuelva, sino vaya colocando cada material en lugar aparte. El lugar escogido es bueno si tiene las siguientes condiciones:

- a) Las paredes del hoyo no se derrumban.
- b) No hay nacimiento ni agua subterránea a poca profundidad.
- c) Los materiales están secos.
- d) Sólo la capa de arriba es tierra vegetal.
- e) El material no es barro.
- f) El material no es arena fina suelta.
- g) No hay árboles con raíces grandes o raíces en forma de escoba.
- h) No hay vapor que salga del suelo.
- i) No hay roca grande.
- j) No hay cuevas de animales grandes.

**INSTRUCCIONES PARA CONSTRUIR**

## PREPARACION DE PIEZAS ESPECIALES.

Durante la construcción se usan algunas piezas especiales. Es bueno tenerlas preparadas antes de comenzar la construcción, para no tener interrupciones. Estas piezas son las siguientes.

### Formaleta para el extremo de la cubierta.

Hay que hacer DOS piezas de la forma que se indica en la figura de la página siguiente, con madera de pino de 2.54 centímetros (una pulgada) de grueso. Hacerles hoyos para pasar alambre de amarre por ellos cuando se coloquen

### Tubo de salida del gas.

Esta pieza se hace con tubería de hierro galvanizado de 1.91 centímetros (3/4 de pulgada) de diámetro y con un codo para ese mismo tipo de tubería.

Usar un tubo de 60 centímetros de largo con rosca normal en una punta, y una rosca de 20 centímetros en la otra. Aplicar Permatex en la primera rosca y colocar en ella un codo de 45 grados, y en este codo, colocar un tubo de 20 centímetros de largo, con rosca en las dos puntas. En esta otra unión debe aplicarse Permatex también.

### Manómetro.

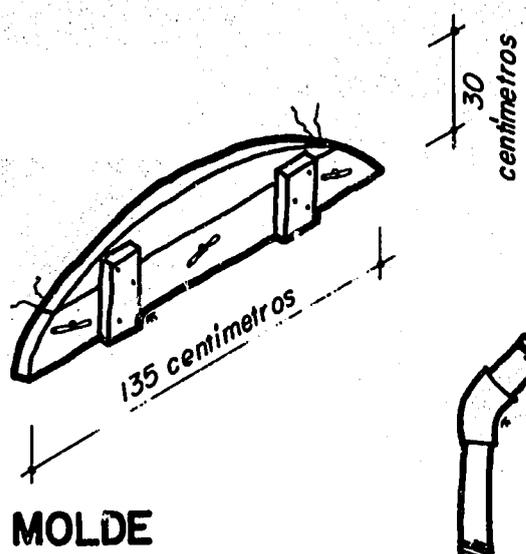
Para hacer esta pieza se usa tubería de hierro galvanizado de 1.27 centímetros (1/2 pulgada) de diámetro y accesorios para ese tipo de tubería.

Usar un tubo de 15 centímetros de largo con rosca en las dos puntas. En cada punta, colocar un codo de 90 grados. En uno de esos codos, colocar un tubo de 15 centímetros de largo. Y en el otro codo, colocar un tubo de 20 centímetros de largo, con rosca en las dos puntas. En este tubo colocar una T y en cada pata de esta T, colocar un tubo de 10 centímetros de largo, con rosca en las dos puntas. En todas las uniones, aplicar Permatex antes de armar.

### Rejilla.

Esta pieza se hace con tubería de PVC de 1.27 centímetros (1/2 pulgada) y con accesorios para ese tipo de tubería.

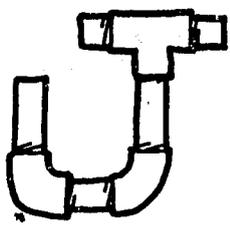
Con malla de alambre que tenga espacios de medio centímetro, hacer un cuadrado de 5 por 5 centímetros, y luego enrollado en forma de tubo. Usar una T y en una de sus patas pegar un pedazo de tubo de cinco centímetros de largo. En este tubo, meter la malla enrollada, hasta que tope con el fondo de la T. Pegar un tapón en la punta libre del tubo.



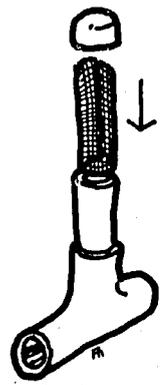
**MOLDE**



**TUBO DE SALIDA DE GAS**



**MANOMETRO**

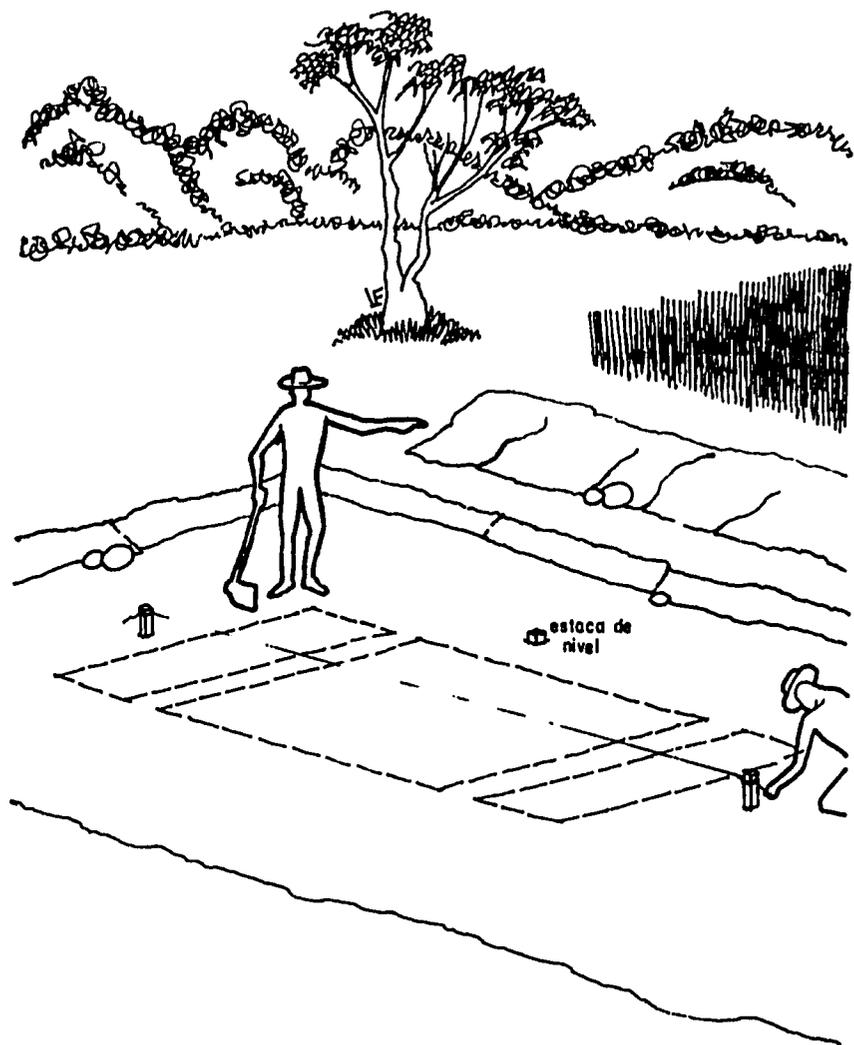


**REJILLA**

## PASOS PARA LA CONSTRUCCION.

### Niveles y trazo.

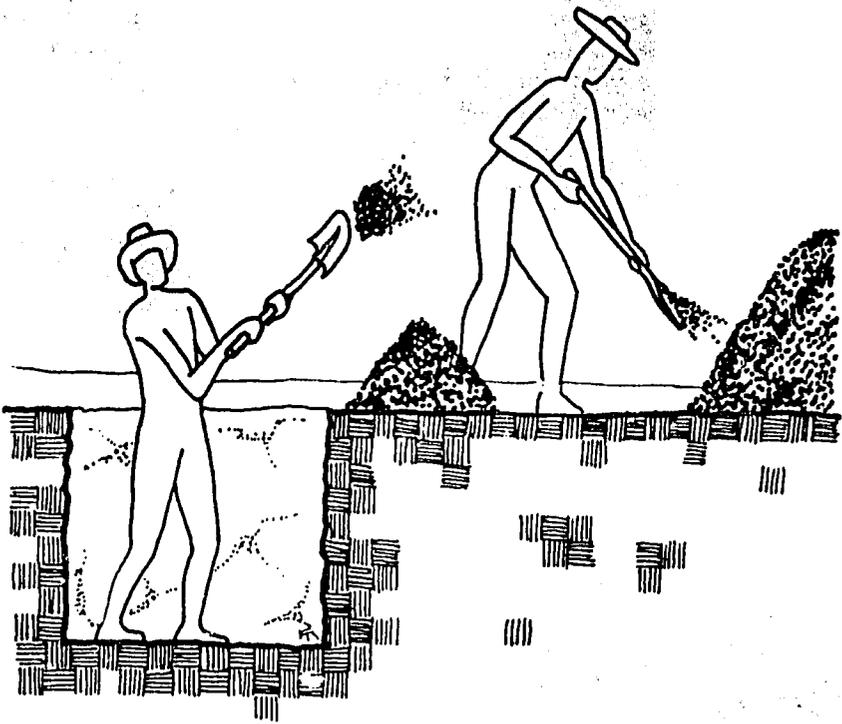
- Paso 1. Quitar la capa de tierra vegetal en un espacio que sea por lo menos el doble del tamaño del digestor.
- Paso 2. Nivelar con cuidado el suelo, y luego clavar una estaca al ras del suelo nivelado. Desde esta estaca se deben medir TODOS los niveles del trabajo y las profundidades de las excavaciones.
- Paso 3. Colocar dos estacas largas que estén separadas 9 metros y que sobresalgan del suelo unos 20 centímetros. En la cabeza de cada estaca, clavar un clavo de 7.6 cm (3 pulgadas) con la cabeza salida. Si el clima del lugar es frío, esta línea de estacas debe marcarse de oriente a poniente; en lugares en que el clima no es frío, no es necesario.
- Paso 4. Amarrar una cuerda estirada en los dos clavos. Esta cuerda marca la línea de todos los centros. Marcar la mitad de la cuerda, y ese punto es el centro del tanque.



**PASOS DEL 1 AL 4**

**Excavación del tanque.**

- Paso 5. Hacer una excavación de 1 metro y 6 centímetros por 3 metros y 76 centímetros. Esta excavación debe quedar centrada con la cuerda que se colocó en el paso anterior. La profundidad de esta excavación se debe medir desde la cabeza de la estaca de niveles, y debe ser de 90 centímetros.
- Paso 6. Juntar en un lugar plano toda la tierra que se saque de la excavación. Esta tierra servirá como formaleta más adelante; si es arena blanca de buena calidad, también podrá ser usada para hacer la mezcla para el repello.

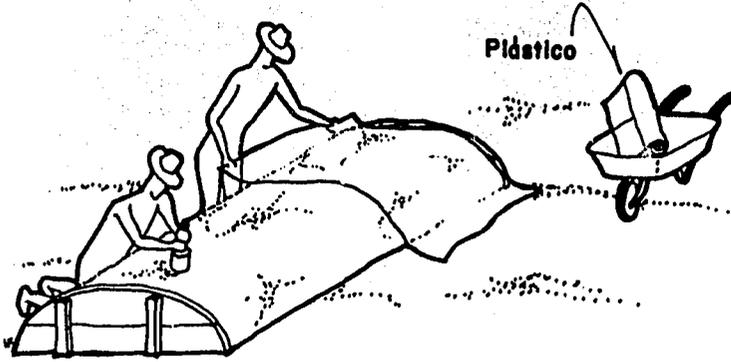


**PASOS 5 Y 6**

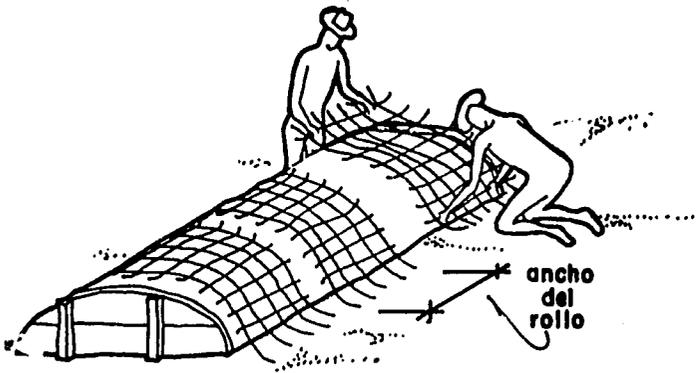
**Construcción de la cubierta.**

- Paso 7.** Preparar la formaleta para la cubierta: Con la tierra sacada de la excavación, hacer un camellón de 5 metros por 1 metro y 40 centímetros dándole la forma que se indica en la figura y con el centro levantado 30 centímetros. Para darle bien la forma, usar las formaletas que ya están hechas (página 13), colocadas en los dos extremos del camellón. Compactar bien y colocar una tela de plástico sobre el camellón.
- Paso 8.** Cortar la malla de gallinero en pedazos de 1 metro y 60 centímetros de largo por el ancho del rollo. Colocar los pedazos sobre el camellón, sin que se traslapen. Es necesario levantar la malla con unas piedrecitas para que no quede directamente sobre el plástico; en vez de piedrecitas, es mejor usar unas patas de alambre.
- Paso 9.** Preparar la mezcla para la cubierta. Esta mezcla debe ser hecha con una parte de cemento por tres partes de arena.
- Paso 10.** Verter la mezcla. La cubierta se hace por piezas. A cada pieza se le deja una orilla de malla sin mezcla en los cuatro lados; esta orilla debe medir aproximadamente 10 centímetros. El grueso de cada pieza terminada debe ser de 5 centímetros. Al terminar de verter la mezcla, debe compactarse con un mazo pequeño. Es necesario tratar de que las orillas de las piezas queden ásperas.

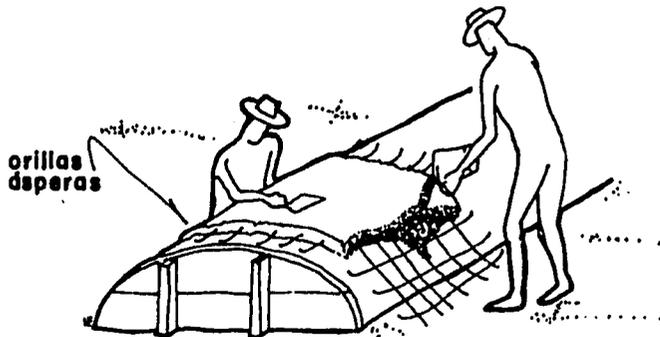
Siempre debe cuidarse que la malla quede levantada y separada del plástico. Las piezas ya terminadas deben mantenerse húmedas hasta que hayan pasado por lo menos ocho días, y durante ese tiempo, no deben moverse.



**PASO 7**



**PASO 8**



**PASO 10**

**Tallado de las paredes del tanque.**

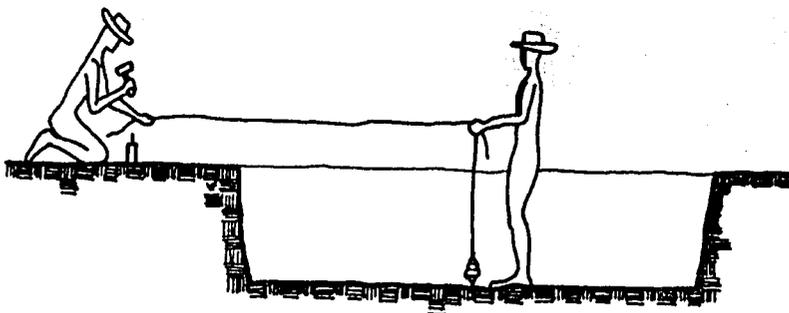
- Paso 11. Tallar la inclinación de las paredes del tanque. Hacerlo así: correr 27 centímetros los cuatro bordes de la excavación; tallar la inclinación desde esos nuevos bordes, hasta el fondo que ya se tiene.

**Excavación del pozo de descarga.**

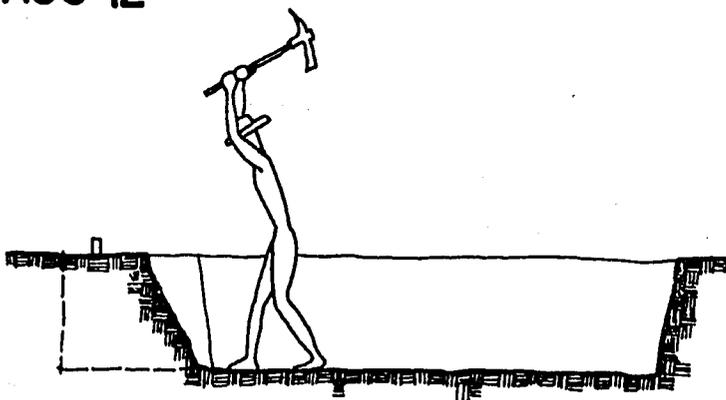
- Paso 12. Colocar el hilo de centros. Marcar el centro del pozo a 2 metros y 75 centímetros del centro del tanque, sobre la línea del hilo. En ese punto, colocar una estaca, y en la cabeza de la estaca clavar un clavo con la cabeza salida. De este clavo, amarrar una cuerda de 25 centímetros de largo, y con la punta suelta de esta cuerda, marcar la boca del pozo, en forma de círculo.
- Paso 13. Hacer una zanja de 50 centímetros de ancho, centrada con el hilo de centros, que salga del tanque y que llegue hasta el pozo. Excavar al mismo tiempo el pozo. Puede dejarse el fondo de esas excavaciones al mismo nivel que tiene el fondo del tanque.
- Paso 14. Es necesario tallar la pendiente del fondo del tanque. En el extremo en que está la zanja, bajar 40 centímetros al fondo; el otro extremo debe dejarse tal como está ya.
- Paso 15. Excavar el fondo del pozo hasta una profundidad de 1 metro y 70 centímetros medidos desde la estaca de nivel.  
Tallar el fondo de la zanja como continuación del fondo del pozo, con la misma pendiente de éste. En estas condiciones, queda una grada de 30 centímetros en el pozo.



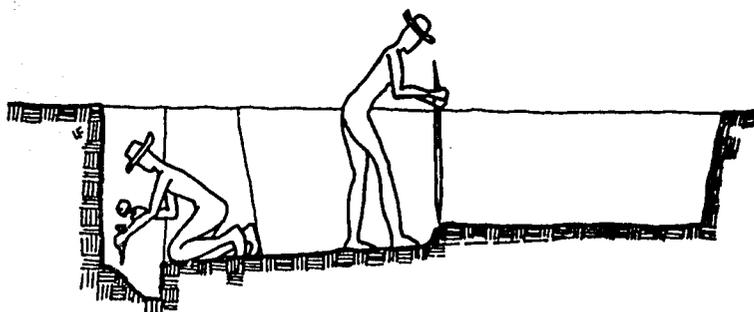
**PASO II**



**PASO 12**



**PASO 13**



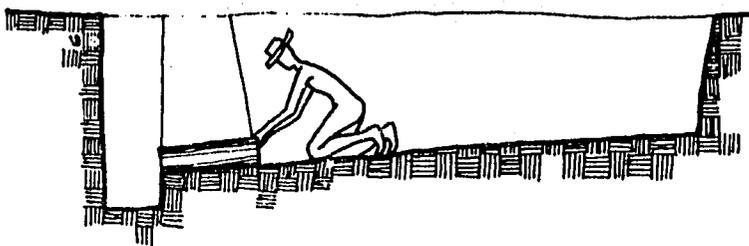
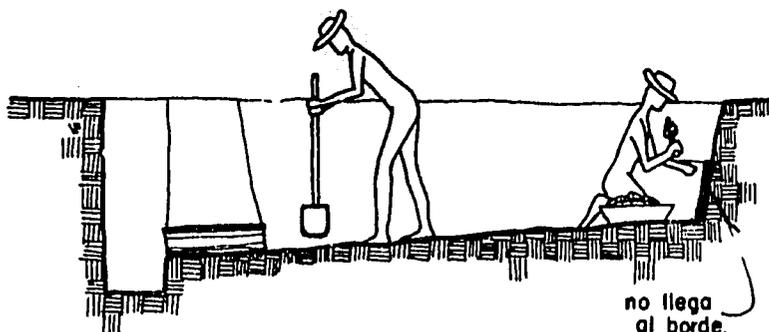
**PASOS 14 Y 15**

**Colocación de tubo de salida.**

- Paso 16. Colocar un tubo de cemento de 20.3 centímetros (8 pulgadas) de diámetro en el fondo de la zanja. Acuñarlo con piedras y asegurarse de que su inclinación va hacia el pozo. En el pozo la boca del tubo debe quedar a ras con la pared. Rellenar los lados del tubo con una mezcla de tierra y cemento por partes iguales, hasta llegar al nivel de corona.

**Repellos de las paredes y el fondo.**

- Paso 17. Preparar la mezcla para repello. Esta mezcla deberá hacerse con una parte de cemento y 5 partes de arena blanca limpia.
- Paso 18. Compactar cuidadosamente las paredes y el piso del tanque. Compactar también las paredes del pozo. Echar tres capas de repello de un centímetro cada una. Debe dejarse endurecer cada una de las capas antes de echar la siguiente. El repello de las paredes no debe subirse hasta el borde superior, sino que debe dejarse terminado a 50 centímetros más abajo.

**PASO 16****PASO 17****PASO 18**

**Pileta de carga y tubo de entrada.**

**Paso 19.** Hacer la pileta de carga. Esta pileta queda sobre el suelo, y su fondo tiene el mismo nivel que la estaca de niveles. Su centro queda a 3 metros y 55 centímetros del centro del tanque.

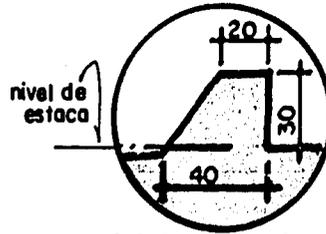
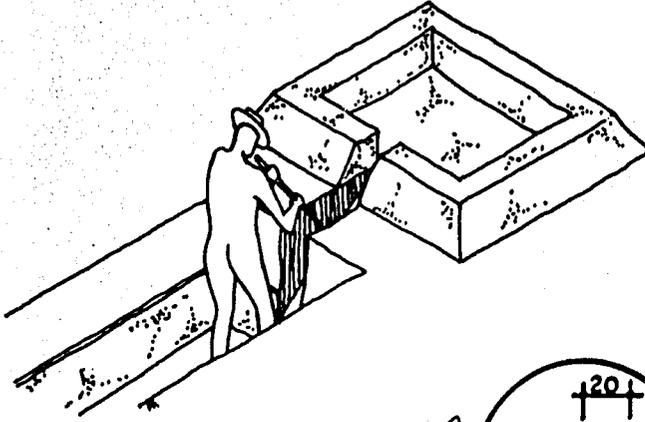
Debe hacerse un brocal de 1 metro por 1 metro y 30 centímetros, con una altura de 30 centímetros, medidas interiores. Para hacer el brocal, usar una mezcla de una parte de tierra con una parte de cemento, para que quede firme. La parte de afuera del brocal es inclinada (ver la figura).

**Paso 20.** Hacer una zanja que comunique el tanque con la pileta de carga. El ancho de esta zanja debe ser de 20 centímetros. Un extremo de la zanja debe quedar al nivel de la pileta, y el otro debe bajar 80 centímetros para que quede inclinada hacia el tanque.

**Paso 21.** Colocar dos tubos de cemento de 15.2 centímetros (6 pulgadas) de diámetro y en la unión de ellos echar mezcla hecha con una parte de cemento y una parte de arena de río. Rellenar la zanja con una mezcla de una parte de tierra y una parte de cemento, hasta llegar al ras de la estaca de niveles. Cortar con cuidado el sobrante de los tubos.

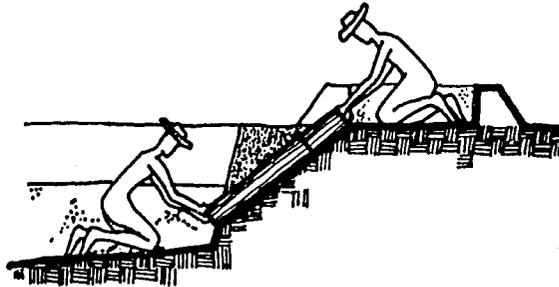
**Grada del borde.**

**Paso 22.** Tallar una grada de 50 centímetros de alto y de 15 centímetros de ancho, en todo el borde del tanque, para apoyar en ella las piezas de la cubierta.

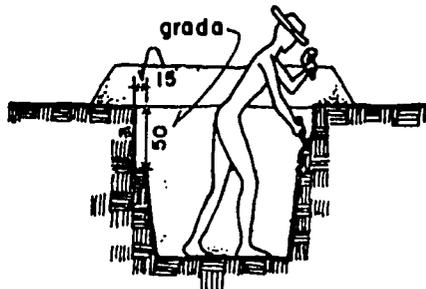


**PASOS 19 Y 20**

detalle brocal



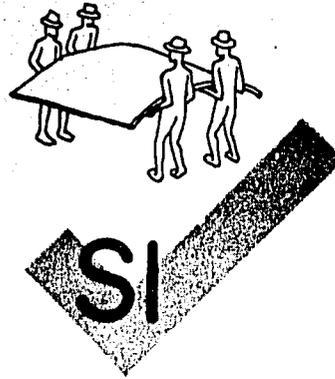
**PASO 21**



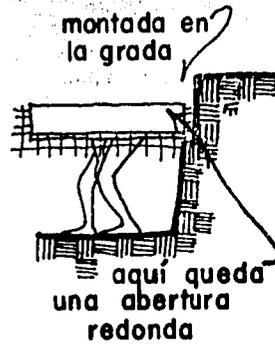
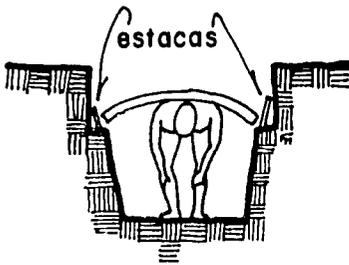
**PASO 22**

**Colocación de la cubierta.**

- Paso 23.** Acarrear la primera pieza de cubierta. Siempre se coloca primero la pieza que queda junto a la pileta de CARGA. Debe tenerse mucho cuidado al mover estas piezas, ya que si no se cargan correctamente se quiebran.
- Paso 24.** Colocar la primera pieza de cubierta. Se coloca montada sobre la grada; antes de soltarla, se deben clavar dos estacas para que la pieza no se abra. Y, para que después sea posible tapar la abertura del extremo que queda, es necesario colocar esta primera pieza sobre la grada de la punta del tanque.
- Paso 25.** Preparar una mezcla de una parte de cemento por una parte de arena de río. Con esta mezcla, repellar la unión que queda entre las paredes y la cubierta, por el lado de ADENTRO del tanque.



### PASO 23



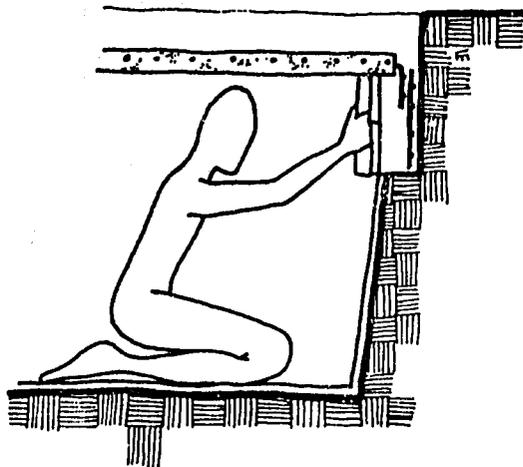
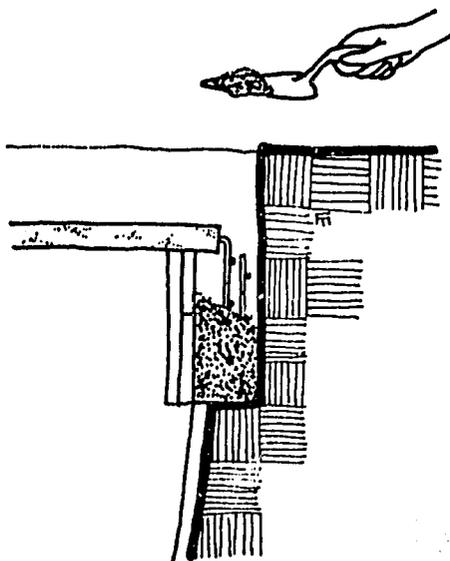
### PASO 24



### PASO 25

**Cierre de la abertura redonda del extremo.**

- Paso 26.**      Añadir un pedazo de malla, amarrada con alambre, a la orilla de la malla de la cubierta. Este pedazo debe tapar toda la abertura. Por el lado de adentro del tanque, un operario debe sostener una formaleta de las que ya se tienen preparadas para este trabajo.
- Paso 27.**      Verter la mezcla que debe estar preparada con una parte de arena y una parte de cemento.

**PASO 26****PASO 27**

**Colocación de la segunda pieza de cubierta.**

**Paso 28.** La segunda pieza se coloca al lado de la primera, cuidando que queden lo más cerca posible, y colocando las mallas de las dos piezas una encima de la otra. Antes de rolar la pieza, deben clavarse dos estacas para que no se abra. Amarrar las mallas con alambre fuerte.

**Paso 29.** Por el lado de adentro del tanque, repellar la unión que queda entre las paredes y la cubierta, usando mezcla de una parte de cemento por una parte de arena de río.

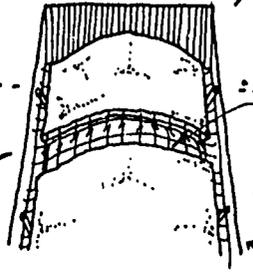
**Cierre de unión entre piezas.**

**Paso 30.** Mojar los bordes de la unión con agua de cemento. Luego, un operario metido dentro del tanque sostiene una plancha de madera, apretada sobre la parte de abajo de la unión. Otro operario deposita la mezcla por arriba, con cuidado de no hacer mucha fuerza sobre la unión.

**Colocación de las otras piezas.**

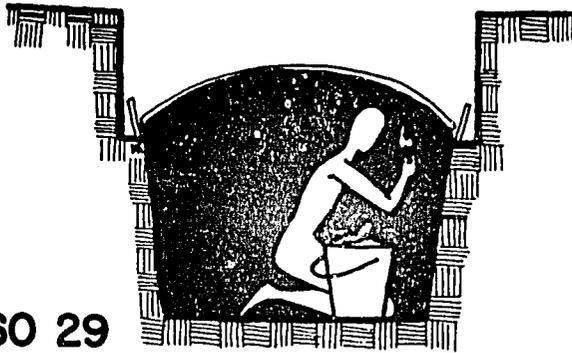
**Paso 31.** Para las otras piezas de la cubierta se repiten las operaciones de los pasos 28 y 29. La última pieza que se coloque debe quedar encima de la grada que hay en el extremo del tanque.

piezas colocadas  
lo más junto  
posible.

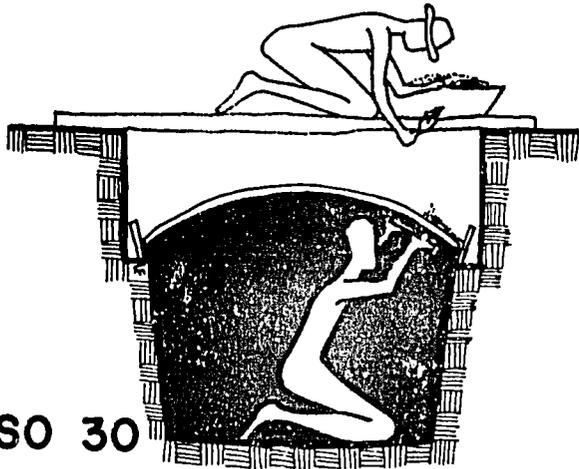


bordes ásperos

## PASO 28



## PASO 29



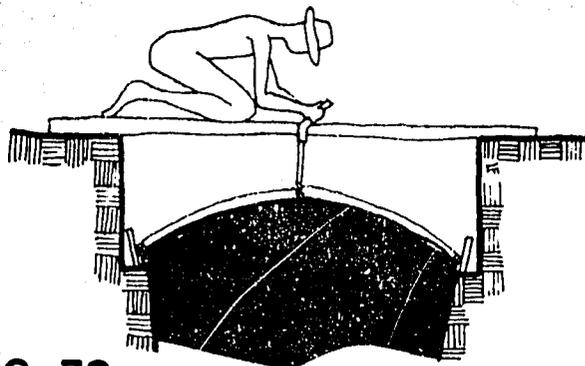
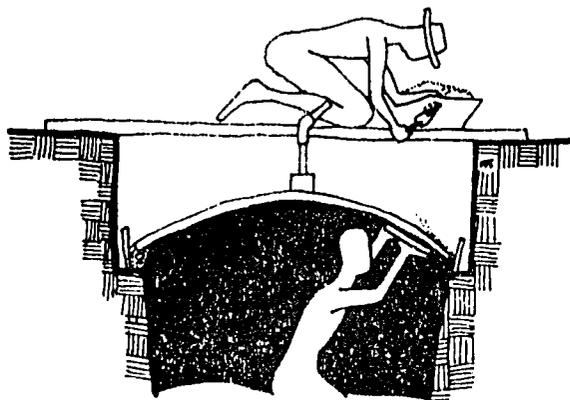
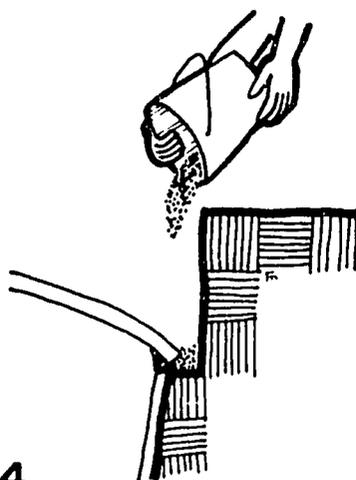
## PASO 30

**Cierre de la última unión.**

- Paso 32. Colocar la tubería de salida del gas en el centro de la junta que queda entre las dos últimas piezas de la cubierta. Amarrarla con alambre, para que quede fija.
- Paso 33. Verter la mezcla en la junta. Alrededor de la tubería de salida del gas, hacer un pedestal redondo de 15 centímetros de diámetro y de 15 centímetros de alto, usando la misma mezcla.

**Construcción de la vigueta del borde.**

- Paso 34. Preparar una mezcla de una parte de cemento por una parte de arena de río. Con esa mezcla, hacer una vigueta de 10 centímetros de alto en las gradas de los lados del tanque.

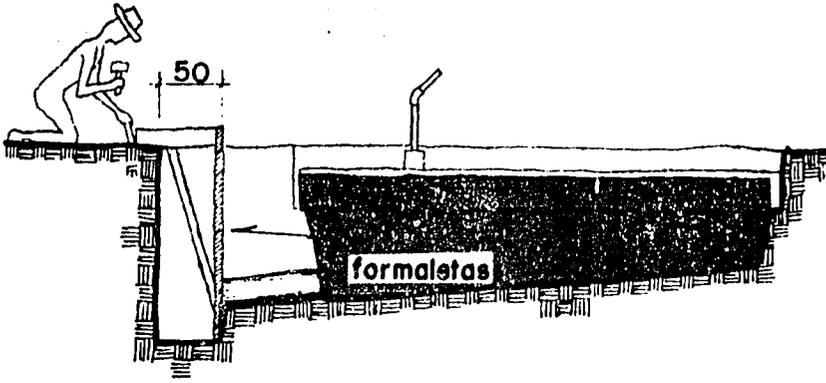
**PASO 32****PASO 33****PASO 34**

**Llenado de la zanja.**

- Paso 35. A 50 centímetros de la pared del pozo, coloque una tabla vertical como formaleta, desde el fondo, hasta el borde. Coloque una formaleta de 30 centímetros de alto, a ras de la pared del tanque.
- Paso 36. Haga una cuña con mezcla de una parte de cemento y una de arena, de 30 centímetros de altura, del lado del pozo. Luego rellene con tierra húmeda el resto, hasta dejar a nivel. Compacte el relleno de tierra cuidadosamente, con un mazo pequeño.
- Paso 37. Coloque otra formaleta de 30 centímetros de alto, a ras de la pared del tanque, y repita las operaciones del paso 36, hasta alcanzar el nivel de la grada. En cada relleno, repelle la cara que da al tanque, antes de seguir, con mezcla de cemento y arena de río.

**Cierre de la abertura redonda del extremo.**

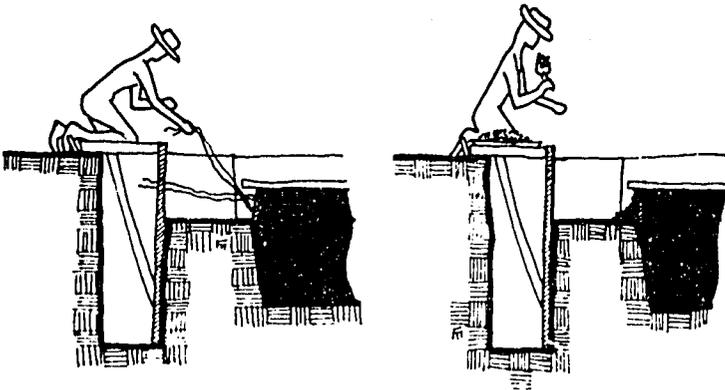
- Paso 38. Colocar una formaleta de las que ya se hicieron, (Pág. 12) y amarrarla con alambre a un punto fijo para que se mantenga en su lugar.
- Paso 39. Añadir un pedazo de malla, amarrada con alambre a la orilla de la malla de la cubierta; este pedazo debe tapar toda la abertura.
- Paso 40. Verter una mezcla de una parte de arena y una parte de cemento. La formaleta queda perdida dentro del digestor.



**PASO 35**



**PASO 36**



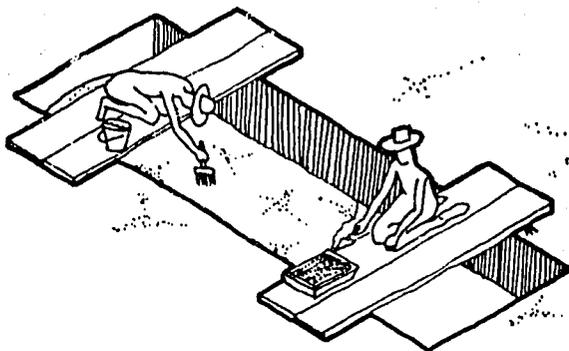
**PASOS DEL 38 AL 40**

**Alisado de la cubierta y de la vigueta del borde.**

- Paso 41. Preparar una mezcla hecha de una parte de arena de río cernida y una parte de cemento.
- Paso 42. Echar agua con cemento sobre la cubierta y la vigueta, usando una brocha.
- Paso 43. Echar una capa pareja y delgada sin dejar juntas, en toda la cubierta, la vigueta y las tapaderas de los extremos. **DEBE TRABAJARSE TODA LA CUBIERTA DE UNA SOLA VEZ.**
- Paso 44. Colocar papel grueso mojado sobre toda la cubierta y sobre la vigueta. Echar una capa de tierra suelta sobre el papel y mantenerla húmeda durante dos días (puede usarse el papel de los envases vacíos de cemento).

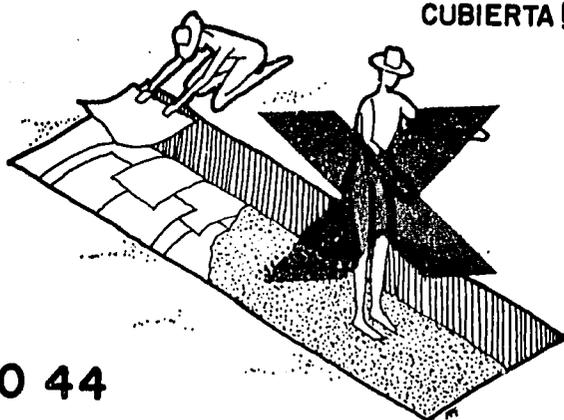
**Acabado de las piletas.**

- Paso 45. Excavar la pileta en la boca del pozo de descarga. Esta pileta debe medir 1 metro por 1 metro y 30 centímetros, y tener una profundidad de 40 centímetros, medidos desde la estaca de nivel.
- Paso 46. Repellar la pileta de descarga con tres capas de un centímetro cada una. Es importante compactar bien el fondo y las paredes, antes de repellar. Cubrir con papel mojado y tierra suelta durante dos días.
- Paso 47. Repellar la pileta de carga, en igual forma al paso 46. Es necesario dejarle pendiente al fondo de esta pileta, en sentido contrario al tubo, por lo menos, un centímetro. Cubrir con papel mojado y tierra suelta durante dos días.

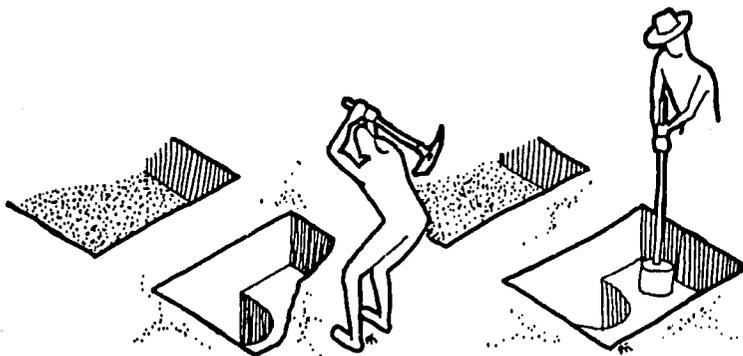


## PASOS 42 Y 43

¡NO SE PARE  
EN LA  
CUBIERTA!



## PASO 44



## PASO 45

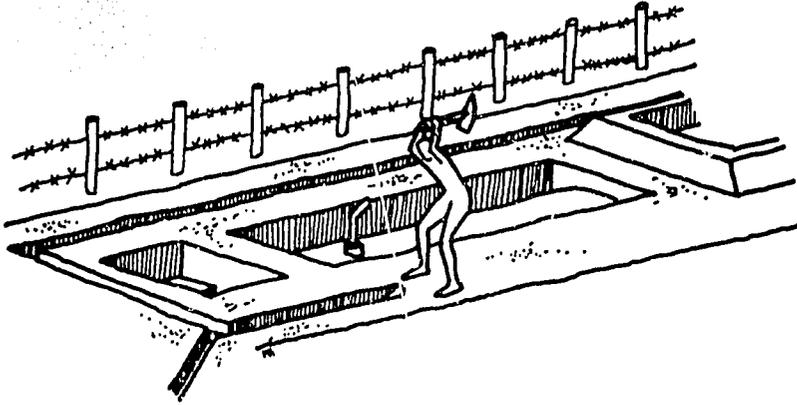
## PASO 46

**Protección del digestor.**

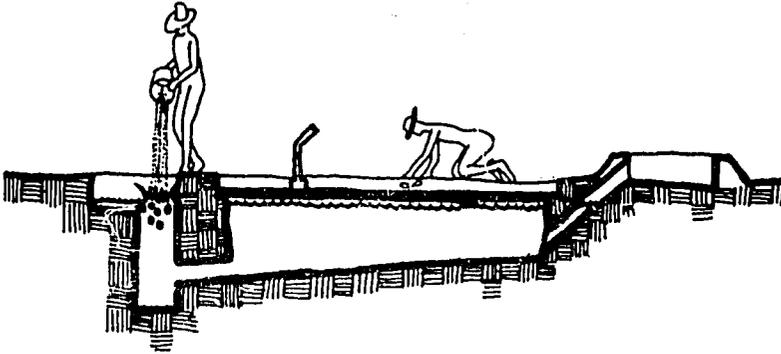
- Paso 48. Hacer un canal con suficiente pendiente, a un metro de distancia alrededor del digestor y las piletas para que no se acumule el agua cuando llueva.
- Paso 49. Construir un cerco alrededor del digestor y las piletas para evitar que los niños o los animales accidentalmente se paren sobre la cubierta y la dañen.

**Prueba de filtraciones.**

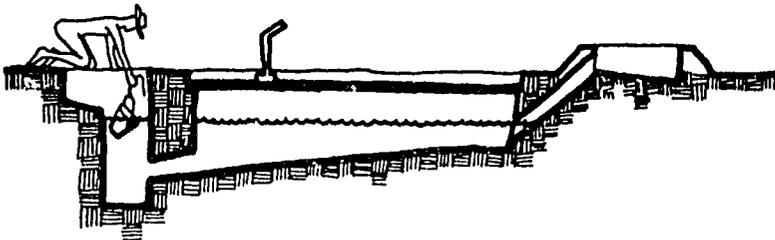
- Paso 50. Cinco días después de terminada la cubierta, llenar el tanque completamente con agua, hasta ahogar la pileta de descarga.
- Paso 51. Examinar la cubierta para ver si hay lugares en que salga agua o esté húmedo. Marcar bien esos lugares.
- Paso 52. Sacar suficiente agua del tanque, para que sea posible hacer las reparaciones.



**PASOS 48 Y 49**



**PASOS 50 Y 51**



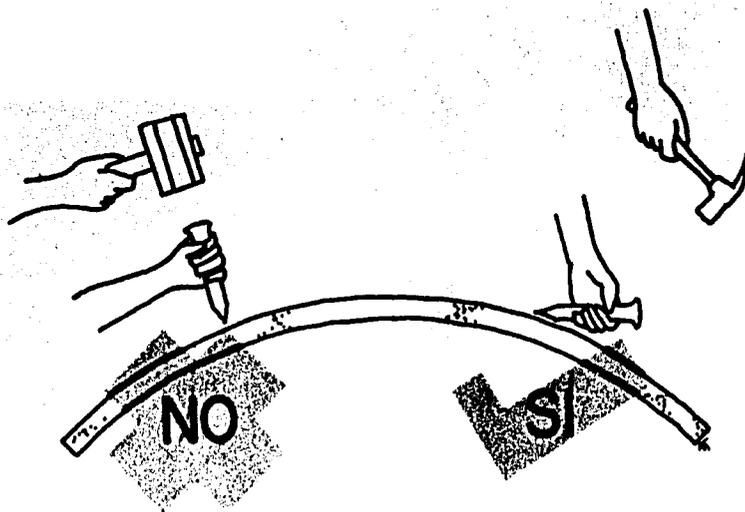
**PASO 52**

**Reparación de filtraciones.**

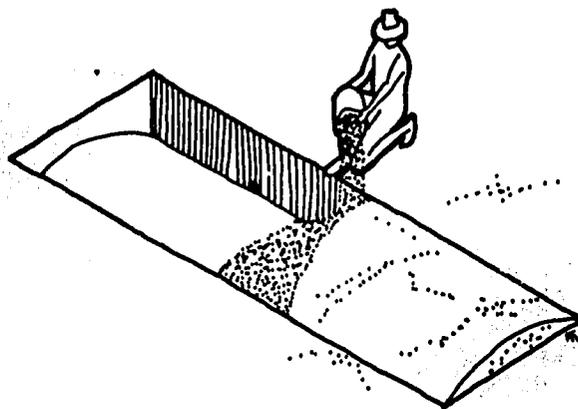
- Paso 53. Con un cincel, descascarar cada lugar en que hay filtraciones, tratando de que quede áspero. **NO GOLPEAR FUERTE, ni DIRECTAMENTE, sino suavemente y de lado.**
- Paso 54. Echar agua con cemento en cada reparación, y luego aplicar una capa de mezcla de cemento con arena de río cernida. Las orillas de cada reparación deben quedar bien alisadas.
- Paso 55. Colocar papel mojado sobre las reparaciones y mantenerlas húmedas durante dos días.
- Paso 56. Pasados cinco días, repetir los pasos 50 y 51. Y si resulta necesario, repetir los pasos 52, 53, 54 y 55.
- Paso 57. Sacar el agua del tanque.

**Relleno sobre cubierta.**

- Paso 58. Cubrir con varias capas de tierra la cubierta, sin golpearla.



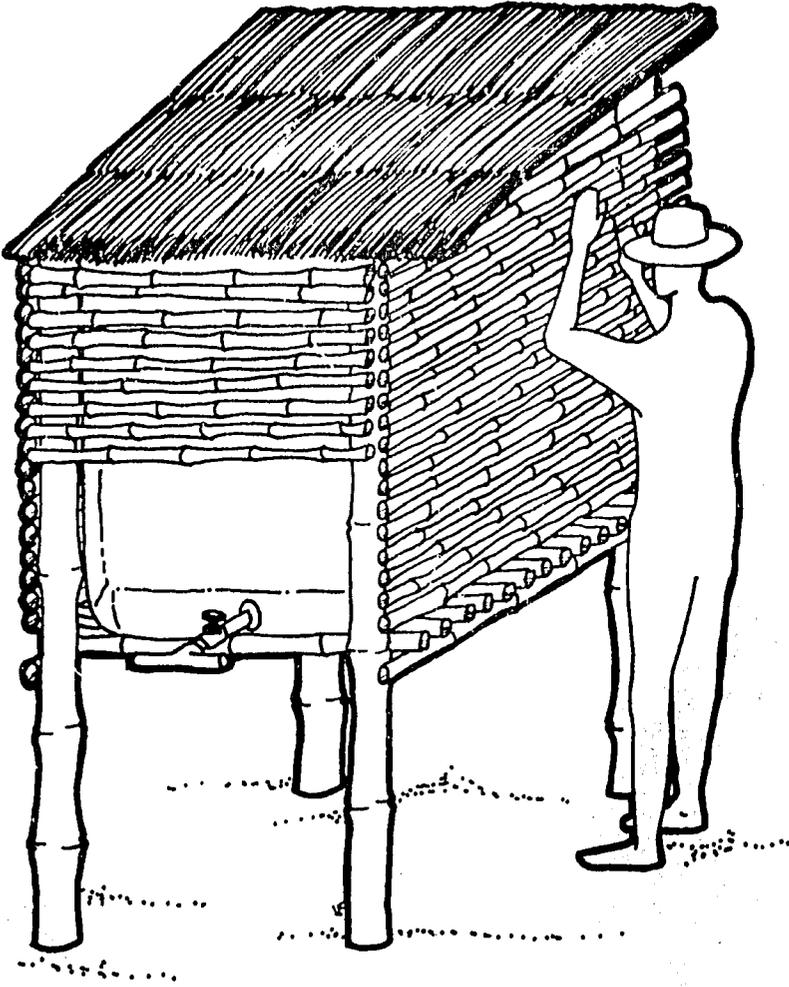
**PASO 53**



**PASO 58**

**Bolsa para almacenar el biogás.**

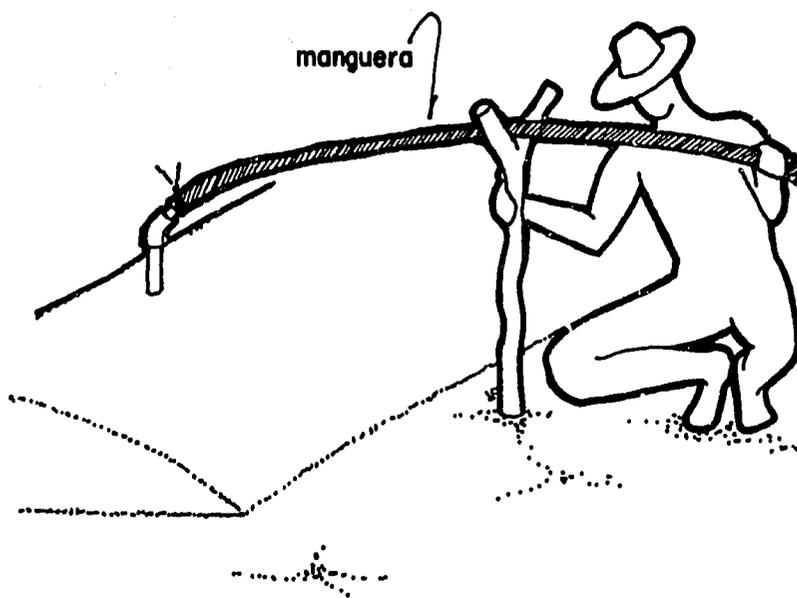
- Paso 59.** Examinar la bolsa de tela ahulada. Vea que no tenga hoyos ni roturas. La bolsa trae una tubería en forma de T, con una llave de chorro. Pruebe la llave para ver si funciona con facilidad.
- Paso 60.** Construir una galera pequeña con techo de hojas de palma o con lámina, y a un metro de altura hacerle una tarima para colocar encima la bolsa.
- Paso 61.** Colocar la bolsa en su lugar y hacer una jaula de caña alrededor, para que no se caiga la bolsa.



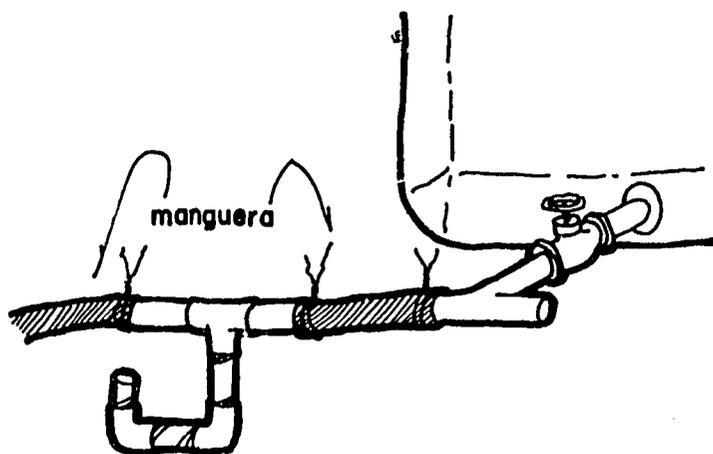
**PASOS 59, 60 Y 61**

**Tubería de recolección de gas.**

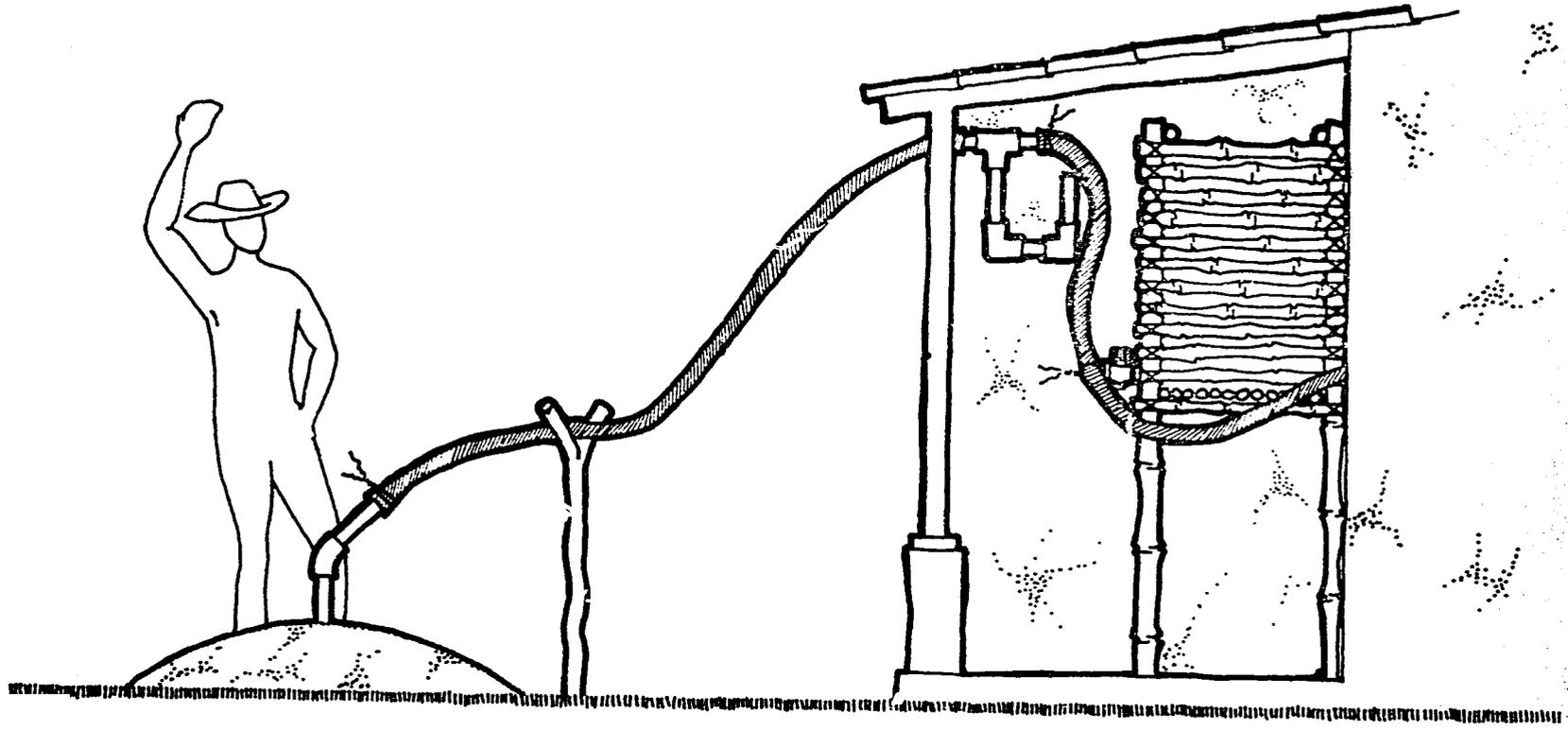
- Paso 62.** En la punta de la tubería que sale del tanque, conectar una manguera de 2.54 centímetros (una pulgada) de diámetro. Si es posible, echar pintura de aceite sobre el alambre de amarre, para evitar que se oxide y se rompa.  
La manguera debe apoyarse en una horqueta seca clavada en el suelo, y debe amarrarse a ella con alambre.
- Paso 63.** La manguera se extenderá hasta el lugar en que esté instalada la bolsa de gas. En esta otra punta se debe conectar el manómetro y apretar la unión con alambre de amarre. En la punta libre del manómetro, colocar otro pedazo de manguera con el largo que sea necesario para llegar hasta la T de la bolsa, y conectarla en una de sus puntas. Las uniones deben apretarse con alambre. Clavar el manómetro a la pared o a un poste.



**PASO 62**



**PASO 63**



## **INSTRUCCIONES PARA OPERAR EL DIGESTOR**

**La mezcla usada.**

Pueden usarse diferentes desechos animales, pero los más empleados son: estiércol de ganado (vacas, cerdos y caballos) y excrementos de aves (gallinas).

Los desechos vegetales más usados son: pulpa de café, grama, desperdicios de maíz, arroz, trigo y hortalizas.

Un digestor puede funcionar sólo con desechos animales, pero es posible usar una combinación con desechos vegetales. Si se hace una combinación, es necesario tener cuidado de que los desechos vegetales no pasen de una cuarta parte de la combinación. Si no se tiene este cuidado, hay peligro de que el proceso de fermentación no funcione bien.

A la combinación preparada con desechos vegetales y animales se le añade un volumen igual de agua para producir así la mezcla final que se echa al digestor.

**La temperatura.**

Se ha estudiado que la temperatura dentro del digestor es muy importante para la producción del gas. En primer lugar, la temperatura debe ser constante; esto se logra construyendo el digestor enterrado. En segundo lugar, es necesario que la temperatura no sea baja, porque se disminuye la producción de gas; en algunos lugares fríos deben hacerse ciertos arreglos especiales para calentar un poco el interior del tanque. Estos arreglos pueden consistir en la construcción de un invernadero barato sobre el digestor, o bien en la colocación de un lecho de material vegetal compostado, directamente sobre la cubierta del tanque.

**Producción.**

La cantidad de gas que produce un digestor diariamente depende del tamaño del tanque, siempre que se le cargue todos los días con la cantidad correcta de mezcla nueva.

Cada familia tiene que escoger un digestor que produzca suficiente gas para su consumo, pero también tiene que cuidar que el digestor escogido no sea más grande de lo necesario, porque resulta más caro. Para familias pequeñas, conviene un digestor pequeño; para familias grandes, conviene un digestor grande. En este manual se describe la construcción y operación de un digestor de tres metros cúbicos. Sin embargo, para satisfacer la demanda de gas para cocina y alumbrado de una familia de 6 personas, se necesitaría construir uno de ocho metros cúbicos como mínimo.

## **El estiércol.**

**Resulta más fácil recoger el estiércol si los animales que lo producen pasan la noche juntos en un lugar cerrado, como un corral o un establo, y conviene que el piso de ese lugar no sea de tierra.**

**Si se va a usar estiércol de vaca, basta con 6 vacas para cargar todos los días el digestor, siempre que, por lo menos, se recoja todo el desecho que esas vacas producen por la noche y antes de soltarlas al potrero.**

**PASOS PARA LA OPERACION****Primera carga.**

- Paso 1 Durante treinta días debe juntarse todo el estiércol en montones, en un lugar en que no lo lave la lluvia ni lo seque mucho el sol.
- Paso 2. Preparar los materiales de la mezcla. Si se van a usar desechos vegetales, lo primero que hay que hacer es una combinación con el estiércol. Se puede usar una parte de desechos vegetales y cuatro partes de estiércol fresco. Esta combinación puede hacerse directamente en la pileta de carga, tapando el tubo con un tapón. El desecho vegetal debe estar cortado en pedazos pequeños.
- Paso 3. Medir una cantidad de agua igual al volumen de la combinación y agregársela. Quitar el tapón del tubo de entrada.
- Paso 4. Repetir los pasos 2 y 3 hasta llenar el digestor hasta el nivel de operación.
- Paso 5. Dejar reposar el digestor durante 15 días. Luego, desconectar la manguera de hule y la tubería de hierro, y ver si sale gas. Si efectivamente sale gas, recoger un poco en una bolsita de plástico, y, con un fósforo, probar si produce llama. **NO APLICAR LLAMA EN EL EXTREMO DE TUBERIA** por el que sale el biogás del tanque.
- Paso 6. Medir la acidez del material de la pileta de descarga. Si está muy ácido, añadir un poco de agua de cal en la pileta de carga. (\*)
- Paso 7. Cuando salga gas combustible suficiente, debe comenzar a cargarse el digestor todos los días.

(\*) Para medir la acidez se necesita un papel especial que se llama "papel para medir pH". El vendedor sabe cómo se usa. Para que explique bien, se le dice que uno quiere saber cuándo el papel señala "neutro".

**Carga y descarga diaria.**

- Paso 8. La carga debe hacerse todos los días, a la misma hora preferiblemente. Echar tres cubetas de estiércol y tres cubetas de agua en la pileta de carga. Revolver y dejar reposar durante unos minutos para que se asienten las piedras y la tierra que tenga la mezcla. Quitar el tapón. Las cubetas que se usen deben ser pequeñas, de unos 15 litros de capacidad.
- Paso 9. Poner el tapón y quitar las piedras y la tierra que se haya asentado. Retirar de la pileta de descarga seis cubetas de residuo o efluente. El efluente que se obtiene durante los primeros quince días no sirve como abono, pero el que se logra después ya puede echarse en los campos, tal como sale.
- Paso 10. Cada cinco días, si es posible, debe medirse la acidez del material de la pileta de descarga. Si es muy ácido, debe echarse pequeñas cantidades de agua de cal en la carga diaria, hasta que desaparezca la acidez.
- Paso 11. Cerrar las llaves de la estufa y de la lámpara cuando estos aparatos no estén en uso.

**Conexión de los aparatos.**

- Paso 1.** En la punta libre de la tubería que tiene la bolsa de gas, conectar una manguera y apretar con alambre.
- Paso 2.** Clavar en la pared el manómetro y conectarlo a la manguera. Apretar con una abrazadera. Echar unos dos vasos de agua dentro del manómetro.
- Paso 3.** En la punta libre del manómetro, conectar la tubería de PVC que llevará el gas a la estufa y a la lámpara y al motor. En esta tubería de PVC aprovechando una unión de tubos, colocar la rejilla.
- Paso 4.** Hacer un ramal de tubería de PVC para la estufa y colocarle una llave de compuerta en un lugar que quede cerca de la estufa. Colocar el pedazo de tubería que se necesite para llegar al quemador.
- Paso 5.** Hacer otro ramal de tubería de PVC para la lámpara, y colocarle una llave de compuerta. Colocar la lámpara.
- Paso 6.** Hacer un ramal de tubería de PVC para el motor, si se va a usar. Colocarle una llave de compuerta en la punta, cerca del motor. Conectar un pedazo de tubo del tamaño apropiado y luego conectar el motor.
- Paso 7.** Si el gas sale con poca presión, colocar objetos pesados sobre la bolsa.

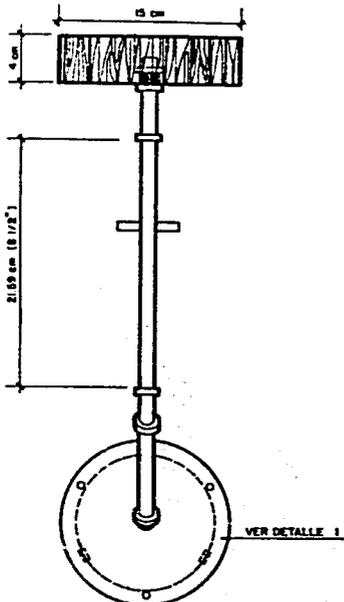
**La lámpara.**

Para construirla se puede usar tubería de hierro galvanizado y algunas otras piezas que corrientemente están disponibles en el comercio de nuestros países. El dibujo de la página siguiente muestra la forma de esta lámpara.

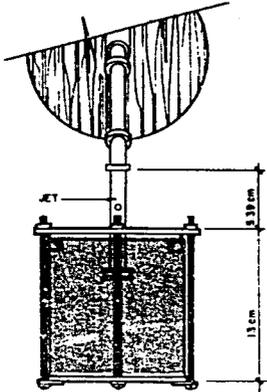
**La Estufa.**

Hay varios tipos de quemadores, que están dibujados en la página 56. Estos se instalan en una estufa que puede construirse de lodo y arena y que es sencilla de hacer; en la página 57 se incluye un dibujo de la estufa.

Las personas que hayan terminado de construir su digestor, pueden solicitar los manuales de instrucciones para fabricar la lámpara, la estufa y los quemadores; estos otros manuales pueden adquirirse en el mismo lugar en que se recibió el presente manual.

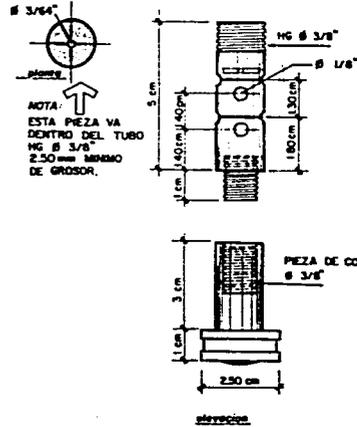


**PLANTA**

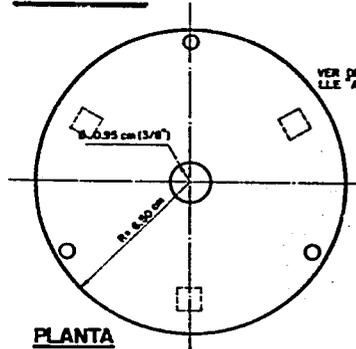


**ELEVACION FRONTAL**

**DETALLE "JET"**



**DETALLE 1**

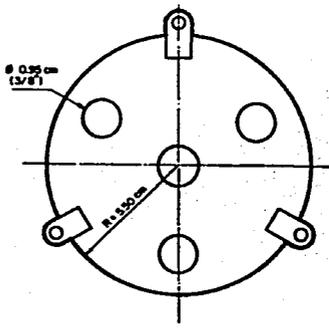


**PLANTA**

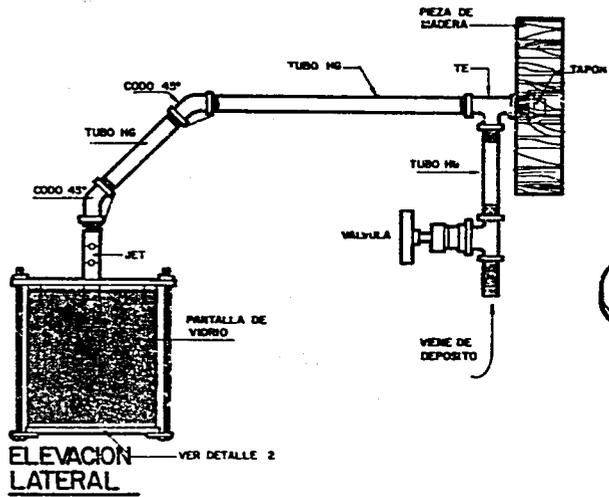


**SECCION**

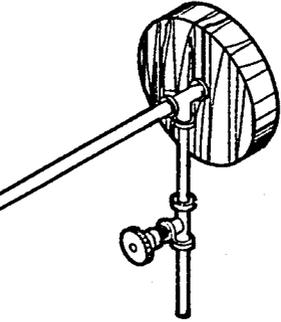
**DETALLE 2**



**DETALLE A**



**ELEVACION LATERAL**

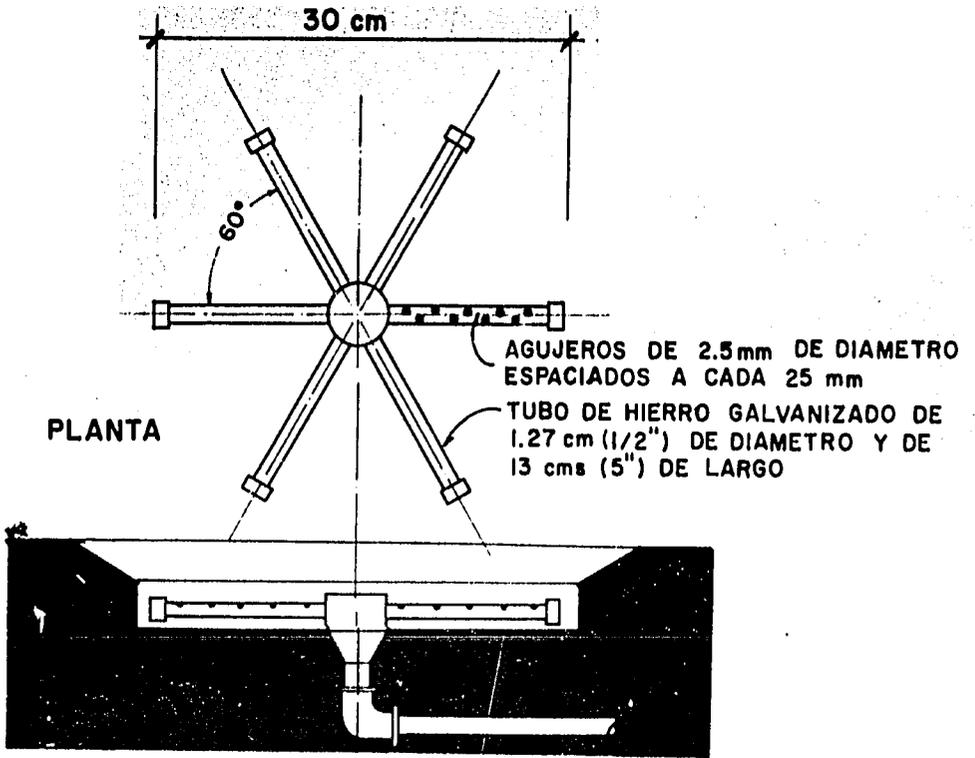


**ISOMETRICO**

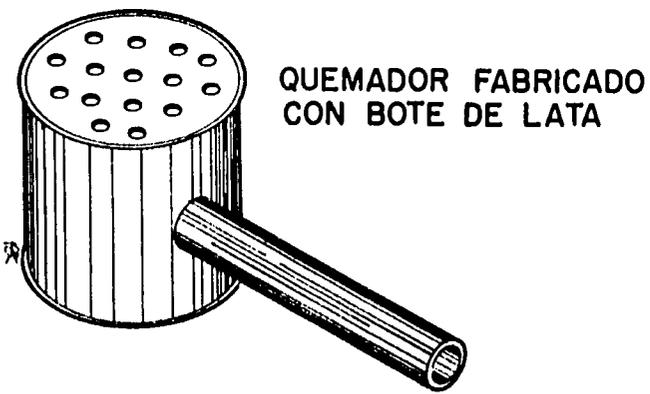


<b>ICAITI</b>	
<b>LAMPARA DE BIOGAS</b>	
PROYECCION ORTOGONAL, ISOMETRICO, DETALLES	
ESCALA: 1:25	FECHA: 3 OCT 83
DISEÑO: ICAITI	DIBUJO: KSTRO

LEÑA Y FUERTES ALTERNAS DE ENERGIA

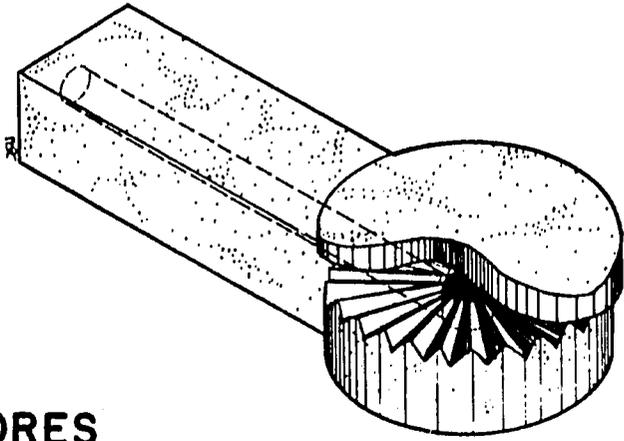


QUEMADOR DE TUBO

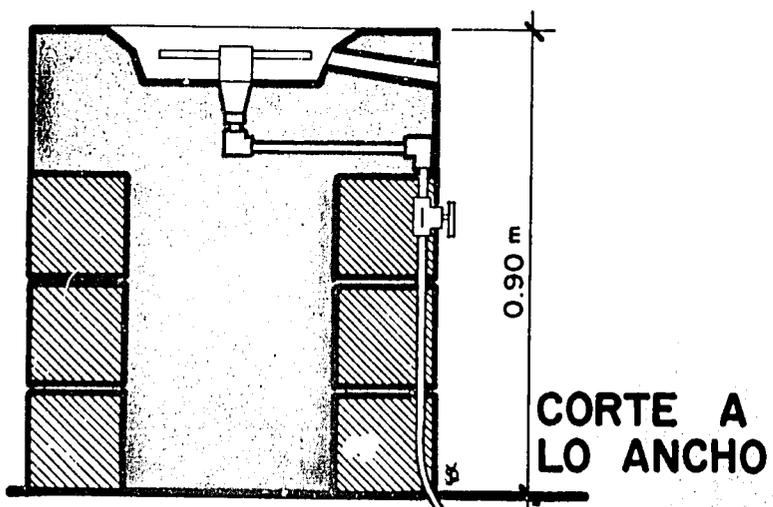
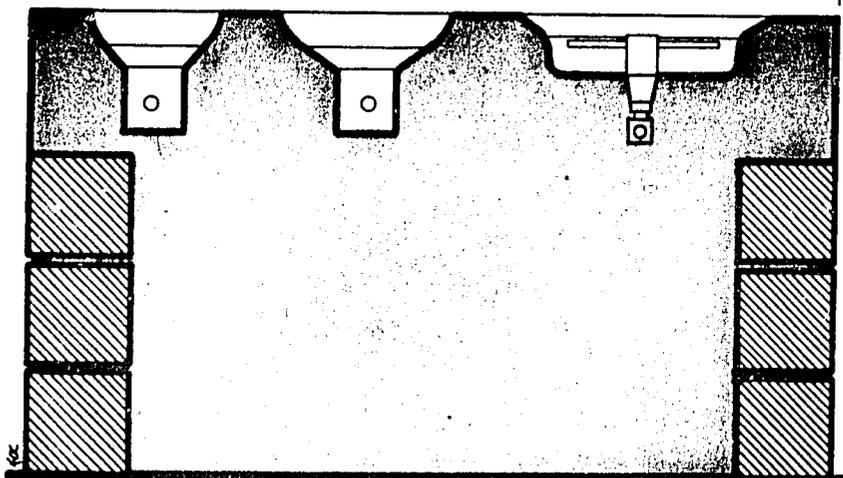
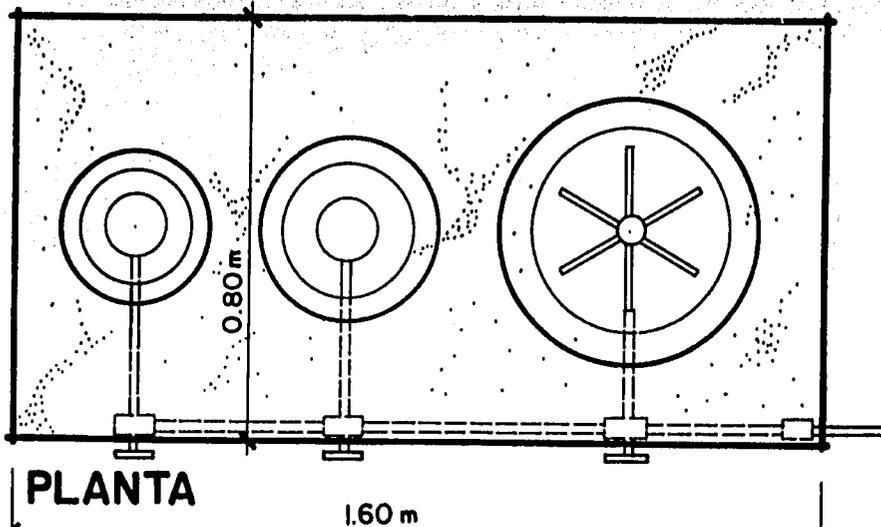


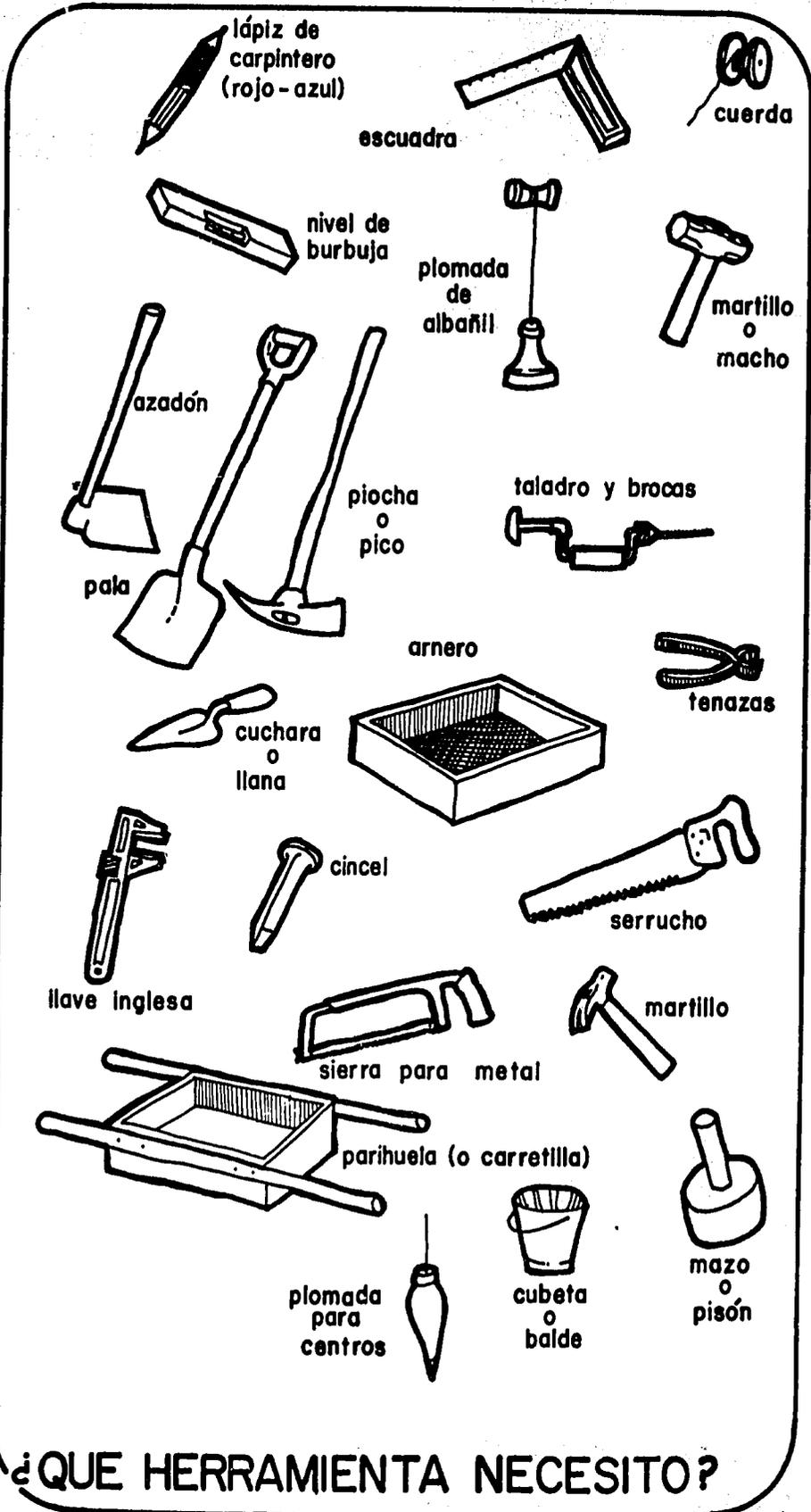
QUEMADOR FABRICADO CON BOTE DE LATA

QUEMADOR DE BARRO

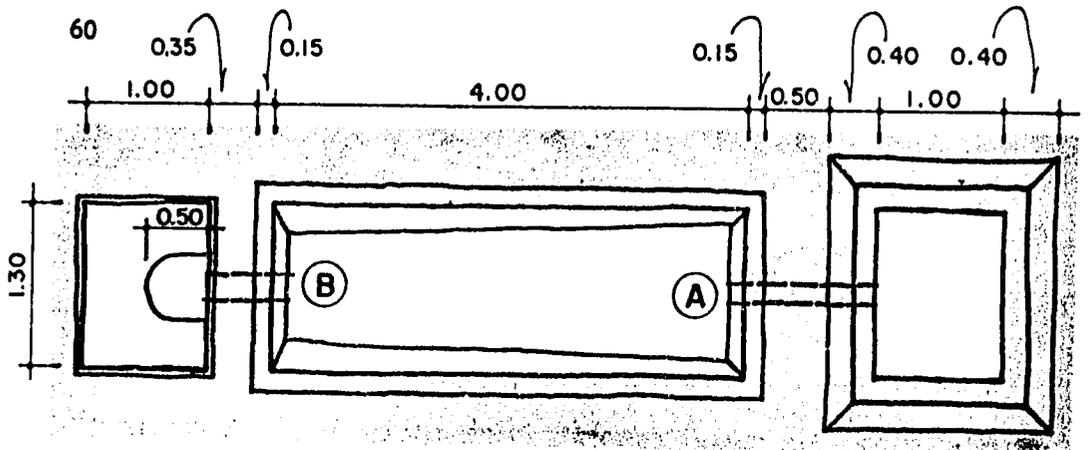


QUEMADORES

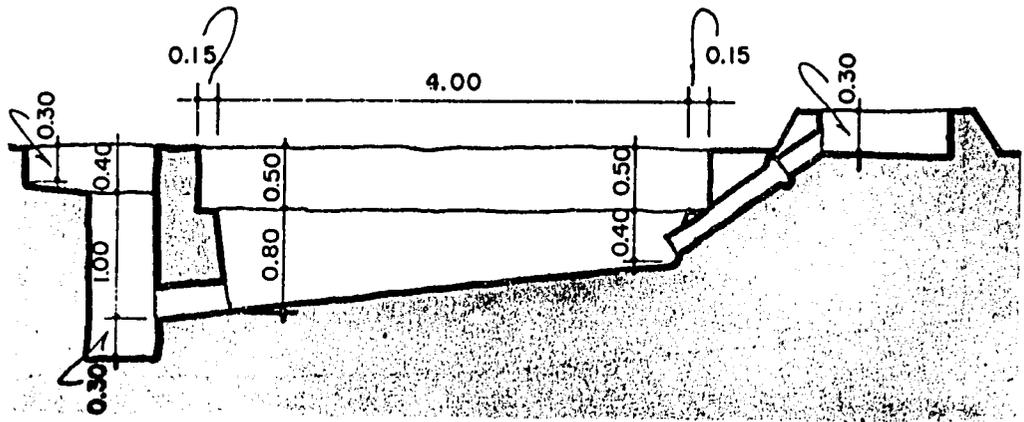




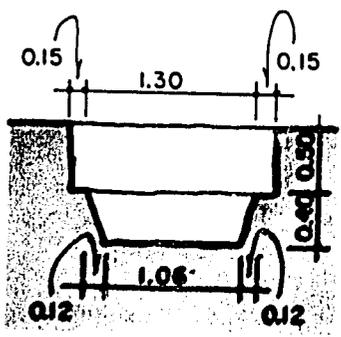
¿QUE HERRAMIENTA NECESITO?



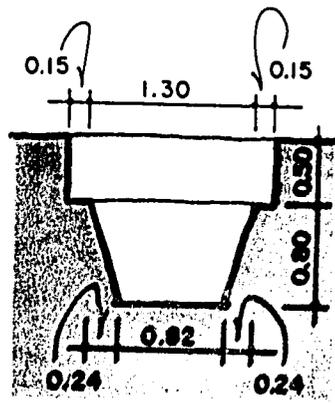
PLANTA



CORTE

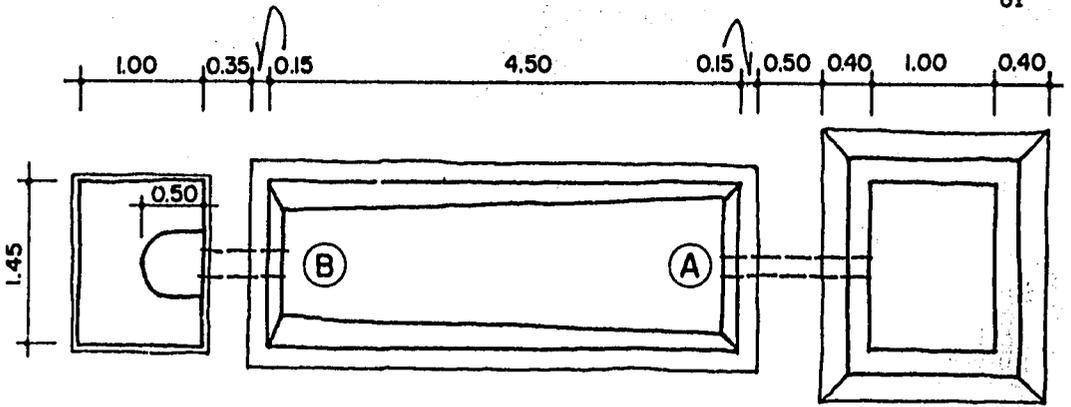


VISTA A

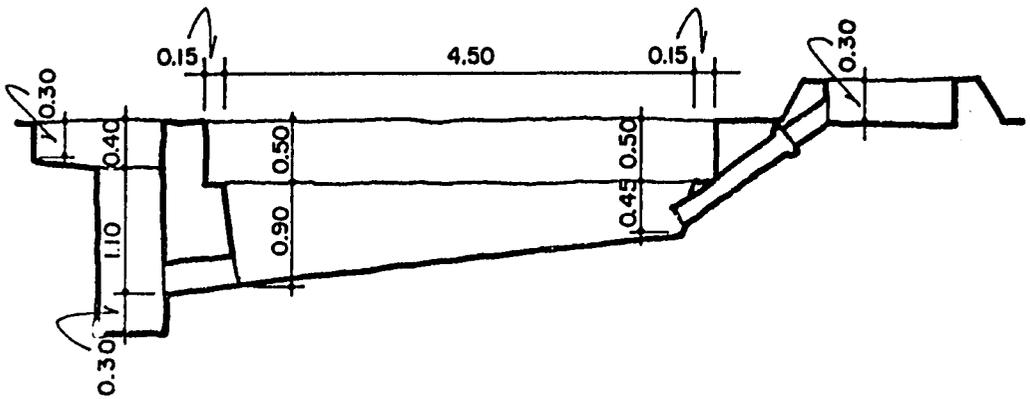


VISTA B

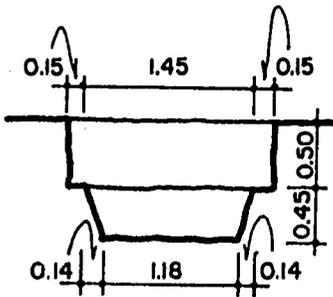
MEDIDAS DEL BIODIGESTOR DE 3 METROS CUBICOS



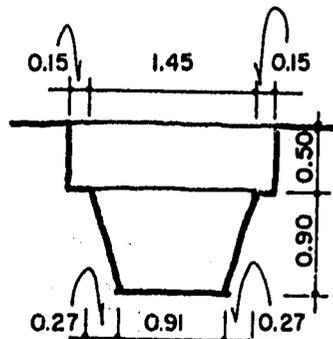
PLANTA



CORTE

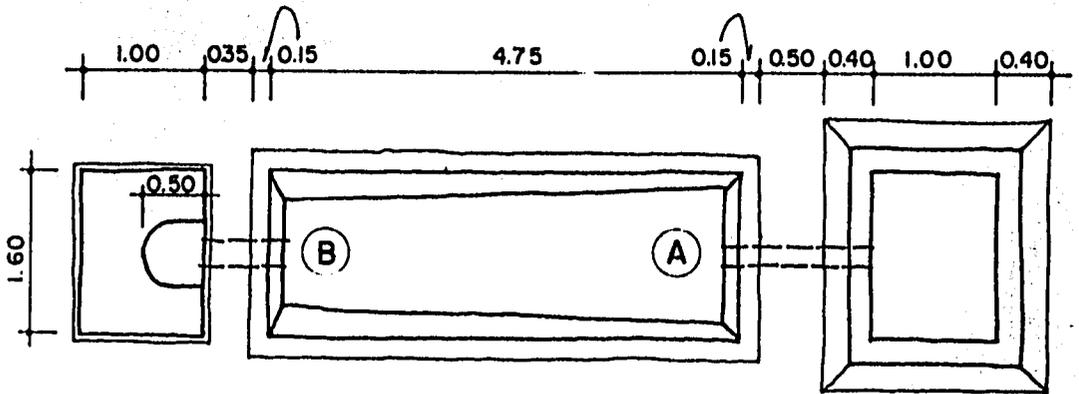


VISTA A

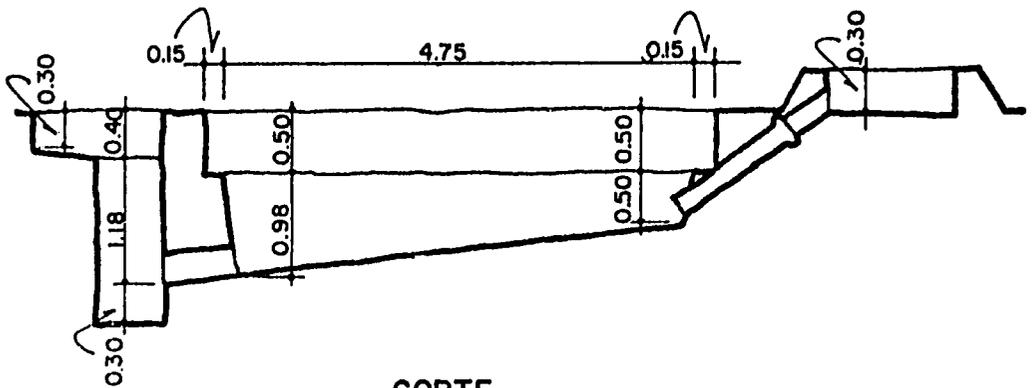


VISTA B

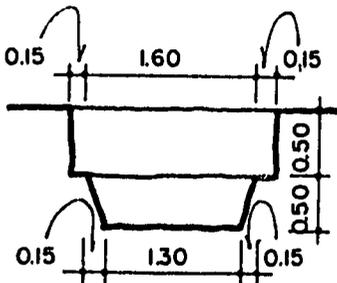
MEDIDAS DEL BIODIGESTOR 4 METROS CUBICOS



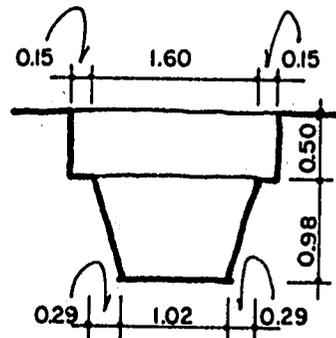
PLANTA



CORTE

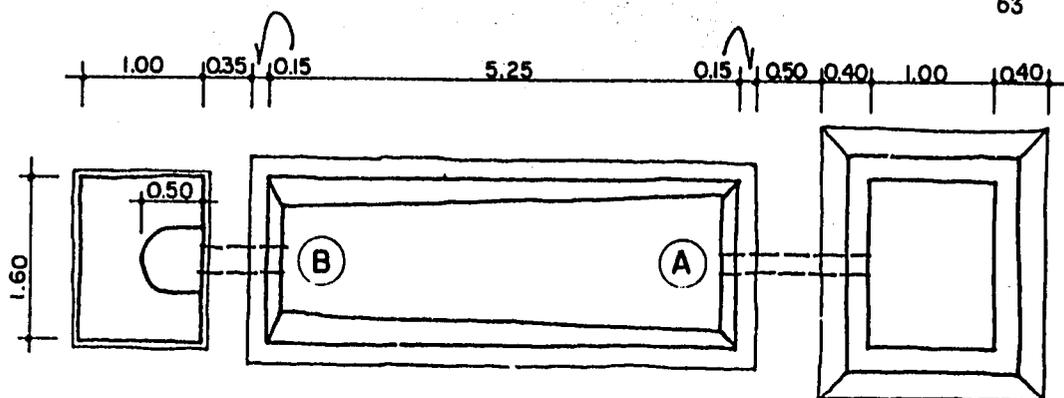


VISTA A

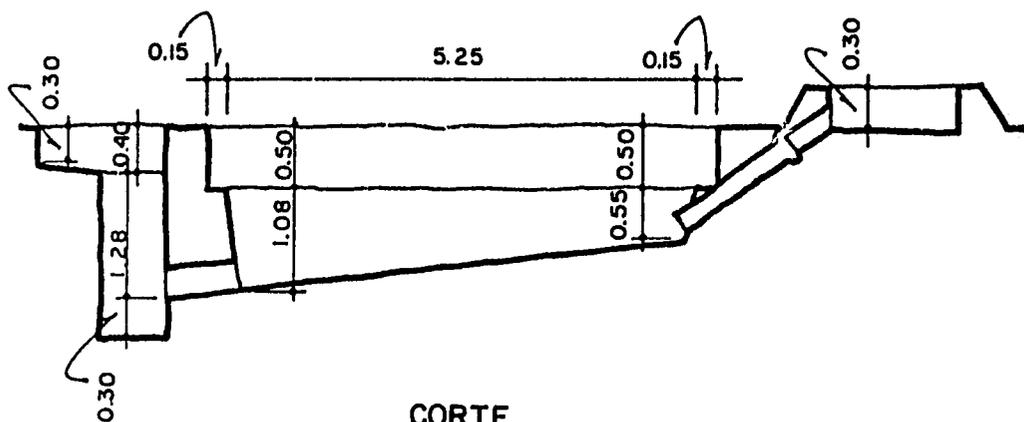


VISTA B

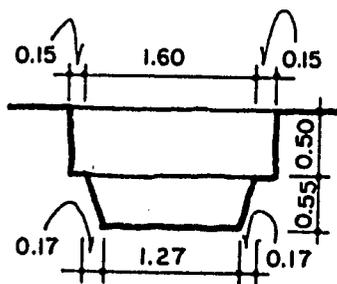
MEDIDAS DEL BIODIGESTOR DE 5 METROS CUBICOS



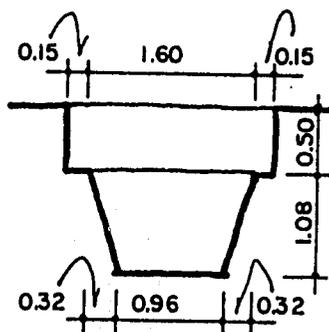
PLANTA



CORTE

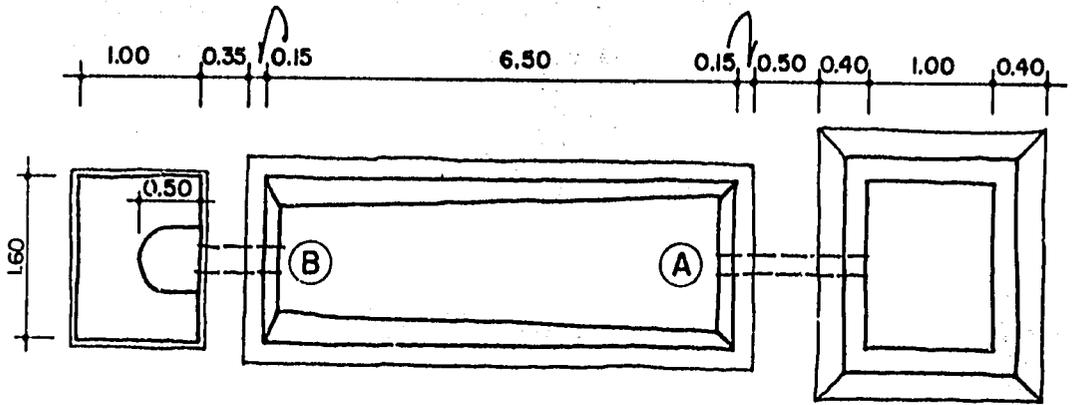


VISTA A

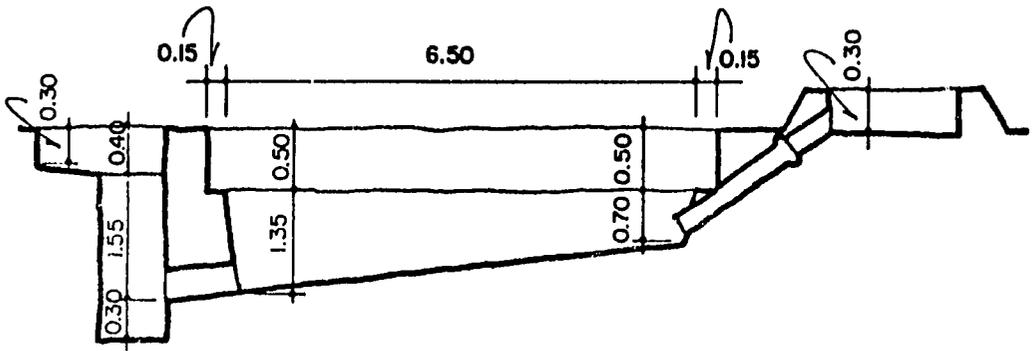


VISTA B

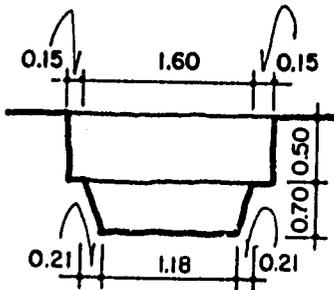
MEDIDAS DEL BIODIGESTOR DE 6 METROS CUBICOS



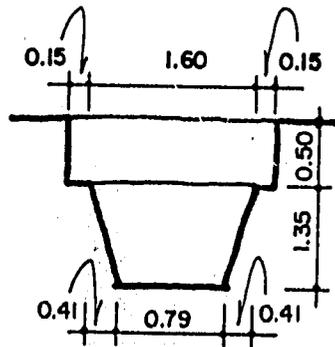
PLANTA



CORTE

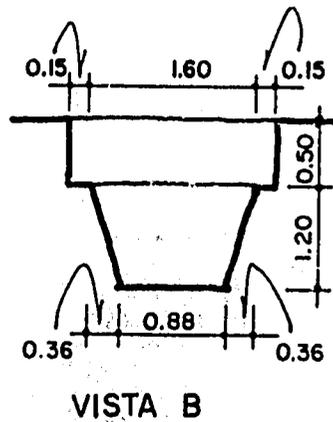
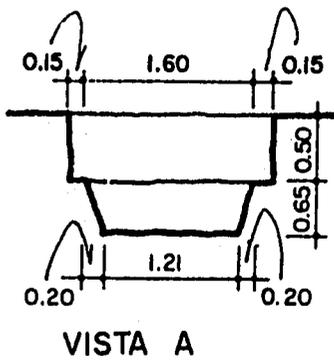
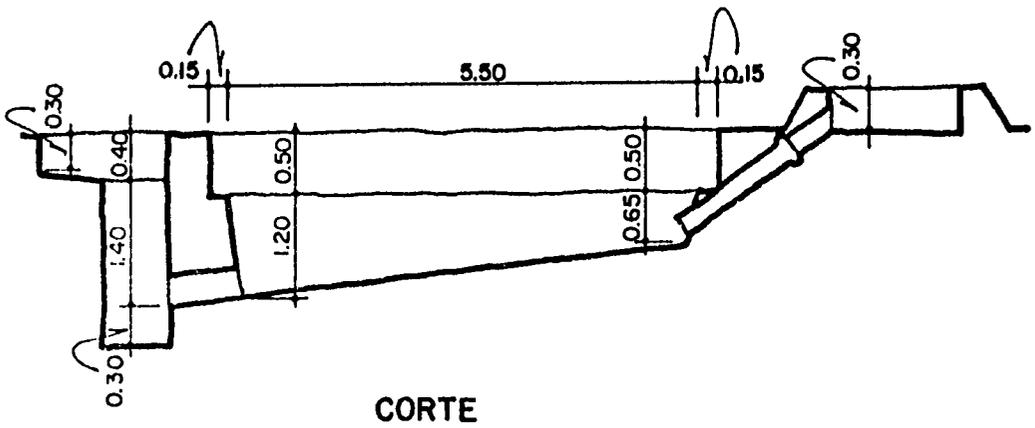
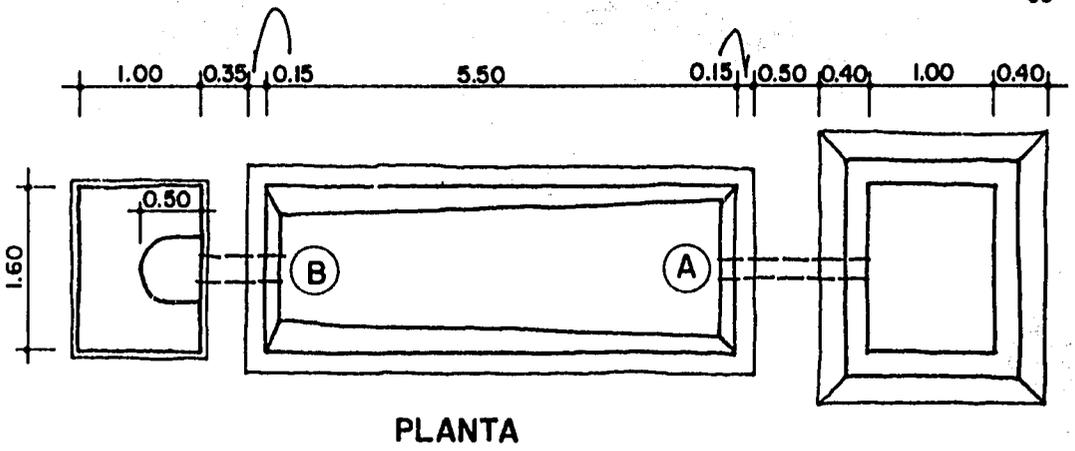


VISTA A

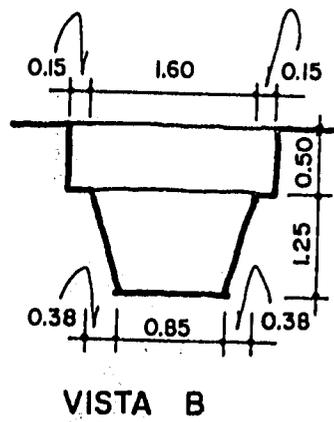
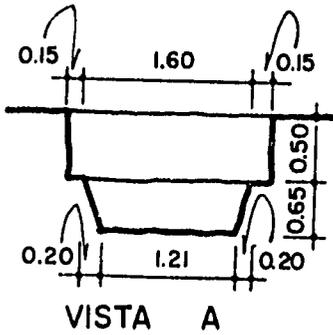
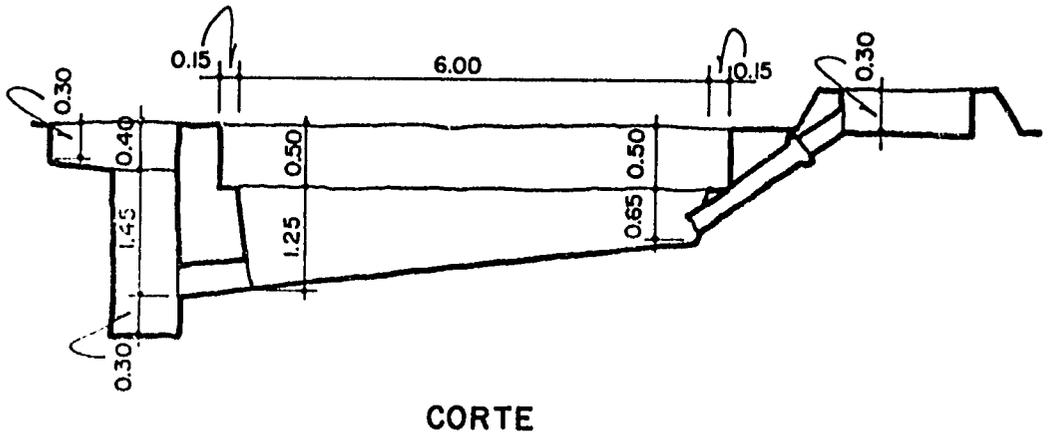
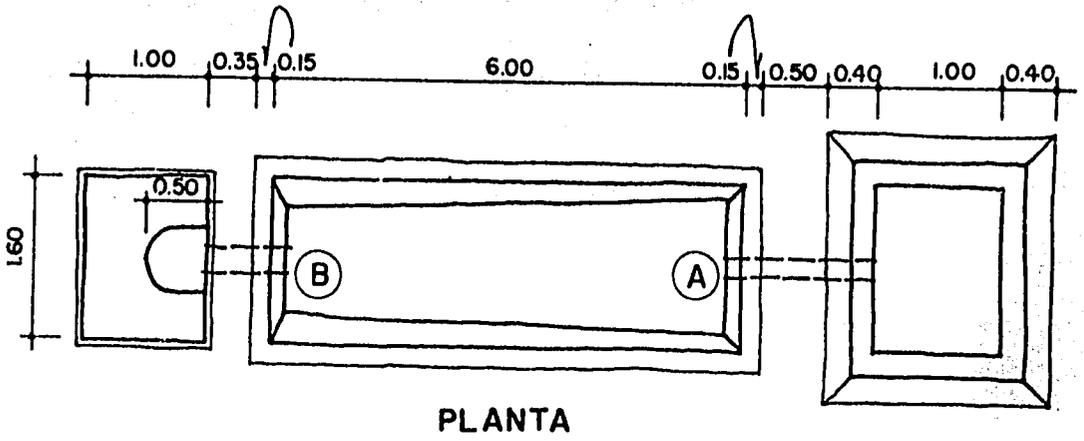


VISTA B

MEDIDAS DEL BIODIGESTOR DE 9 METROS CUBICOS



MEDIDAS DEL BIODIGESTOR DE 7 METROS CUBICOS



MEDIDAS DEL BIODIGESTOR DE 8 METROS CUBICOS

Volumen del Digestor en metros cúbicos	3	4	5	6	7	8	9
SACOS DE CEMENTO	12	15	18	20	22	25	28
METROS DE MALLA METALICA PARA GALLINERO DE 0.92 m DE ANCHO	10	13	15	17	18	19	20
TUBO GALVANIZADO DE 2.54cm (1") DE DIAMETRO Y 0.6 m DE LARGO	1	1	1	1	1	1	1
TUBO DE CONCRETO DE 15 cm (6") DE DIAMETRO	2	2	2	2	2	2	2
TUBO DE CONCRETO DE 20 cm (8") DE DIAMETRO	1	1	1	1	1	1	1
METROS DE TELA PLASTICA NEGRA DE 0.92m DE ANCHO	10	13	15	17	18	19	20
METROS CUBICOS DE ARENA DE RIO	1.5	1.9	2.25	2.5	2.75	3.25	3.5
DIAS DE 1 ALBAÑIL	4	5	6	7	8	9	10
DIAS DE 1 AYUDANTE	9	12	15	17	19	23	25

## CANTIDADES DE MATERIALES PARA MEZCLA DIARIA

Mezclas sin desechos vegetales		
TAMAÑO DIGESTOR	CUBETAS DE ESTIERCOL	CUBETAS DE AGUA
3. m <sup>3</sup>	3.0	3.0
4	4.0	4.0
5	5.0	5.0
6	6.0	6.0
7	7.0	7.0
8	8.0	8.0
9	9.0	9.0

Mezclas con desechos vegetales			
TAMAÑO DIGESTOR	CUBETAS ESTIERCOL	CUBETAS DESECHOS VEGETALES	CUBETAS AGUA
3 m <sup>3</sup>	2 1/4	3/4	3
4	3	1	4
5	3 3/4	1 1/4	5
6	4 1/2	1 1/2	6
7	5 1/4	1 3/4	7
8	6	2	8
9	6 3/4	2 1/4	9

NOTA: LAS CUBETAS DEBEN SER DE 15 LITROS, APROXIMADAMENTE.