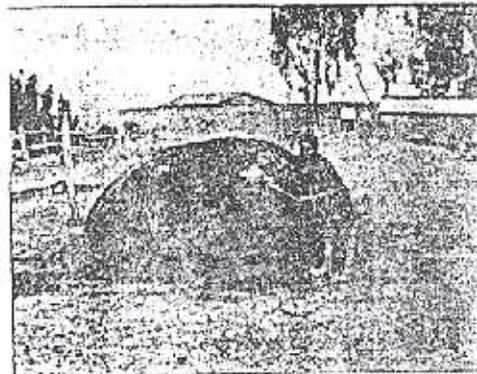
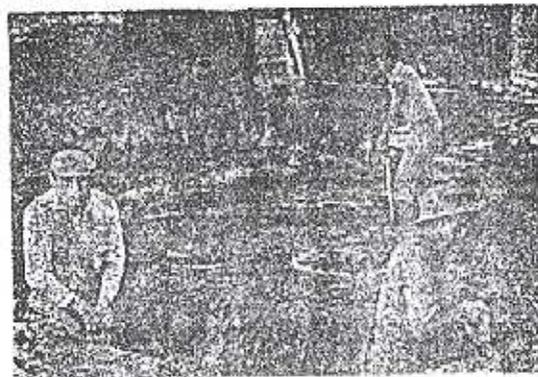
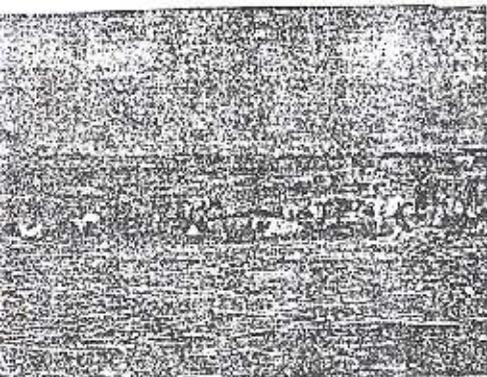
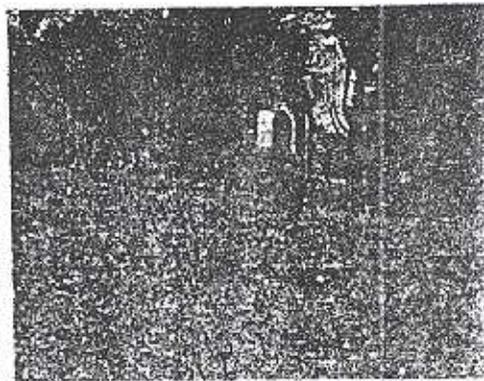
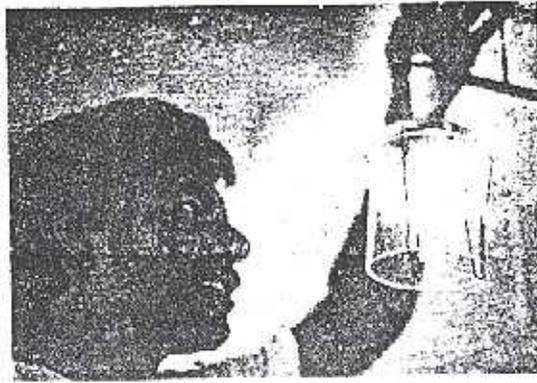
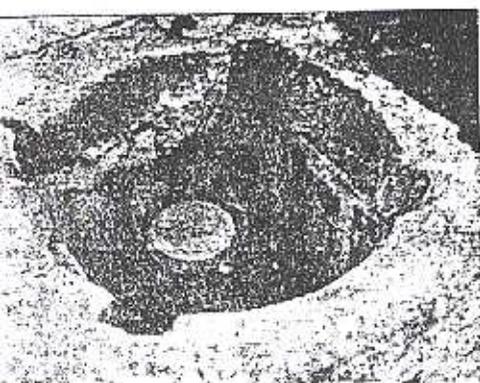


Anexo F: Método Constructivo ITINTEC

COPIA

Cómo Construir un BIODIGESTOR



MANUAL N° 4

Serie :
« **HAGALO UD. MISMO** »

DIRECCION DE TECNOLOGIA

La difusión de los resultados provenientes de los proyectos de investigación tecnológica que ejecuta el ITIN-TEC, dentro del marco de su programa de trabajo para aprovechar los recursos renovables con fines energéticos, constituye un mecanismo esencial de apoyo a la pequeña industria.

Con este propósito, se ha diseñado una serie de publicaciones denominadas "Hágalo Usted Mismo", de la que forma parte el presente manual, que permitirá a cualquier interesado construir un equipo para satisfacer distintas demandas aprovechando las energías naturales.

La información difundida en estos manuales está respaldada por estudios técnicos y gran cantidad de ensayos

de laboratorio y pruebas de campo, efectuadas por un equipo de profesionales especializados en la construcción de calentadores, secadores, cocinas, destiladores solares, molinos de viento, biodigestores y microcentrales hidráulicas. Se basa en técnicas sencillas de fabricación, con empleo de insumos conocidos y de fácil obtención en el mercado nacional.

El presente manual describe la manera de construir y operar un biodigestor familiar del modelo chino "circular, pequeño y achatado", para la producción de biogás (gas combustible) con fines de uso doméstico, y bioabono (fertilizante) para uso agrícola, en lugares donde exista suficiente cantidad de desechos agropecuarios, como son las zonas rurales del Perú.

ITINTEC
INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLOGICA
INDUSTRIAL Y DE NORMAS TECNICAS
SECTOR INDUSTRIA

Jr. Morelli 2da. Cdra., Esq. Av. Las Artes, San Borja, Surquillo,
Apto. 145, Lima, Perú. Teléfono 401040 - Télex ITINTEC
20496 PE.

PUBLICACION DEL ITINTEC
DERECHOS DE PRODUCCION RESERVADOS

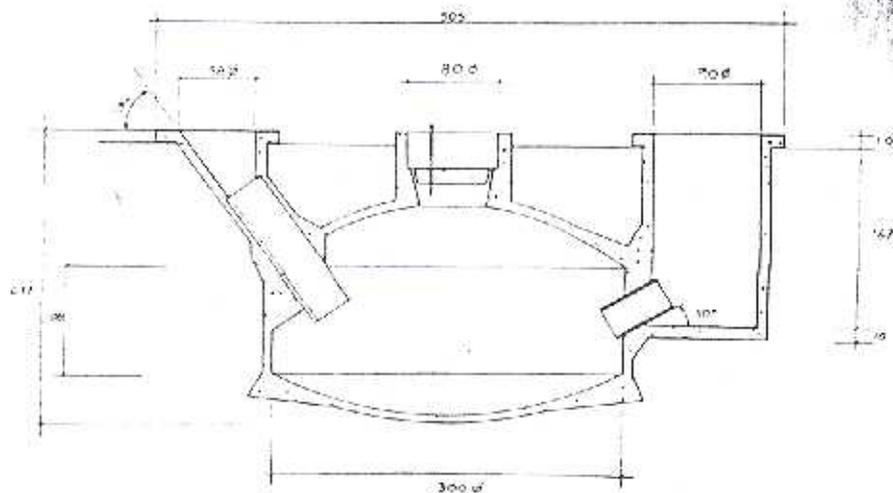
Cualquier reproducción total o parcial debe ser hecha previa
autorización del ITINTEC y con indicación explícita del
origen.

MARZO, 1983

BIODIGESTOR

Pág.

1.	RESEÑA HISTORICA	5
2.	DESCRIPCION GENERAL DEL BIODIGESTOR	6
3.	COMO CONSTRUIR EL BIODIGESTOR	8
4.	OPERACION Y MANTENIMIENTO	22
5.	APROVECHAMIENTO DEL BIOABONO	26
6.	PRECAUCIONES	27
7.	LISTA DE MATERIALES	27



1 RESEÑA HISTORICA

La descomposición de desechos orgánicos en ausencia de oxígeno (anaeróbica), es un fenómeno que se presenta siempre en la naturaleza, proceso de fermentación que es conocido desde el siglo pasado.

El material orgánico que se encuentra sumergido en charcos de agua estancada, como sucede frecuentemente en los pantanos, sufre transformaciones en su composición y produce burbujas de gas (biogás) que tienden a



elevarse a la superficie. Algo similar sucede en el estómago de los animales, particularmente en



los rumiantes, por lo que al proceso también se le denomina digestión.

Fue en el Siglo XVIII cuando se detectó la presencia de gas metano en la composición del biogás, y posteriormente (Siglo XIX) experimentos aislados dirigidos por L. Pasteur demostraron la factibilidad de aprovechar la capacidad de combustión del metano con fines energéticos.

A fines del siglo XIX y durante las primeras décadas de nuestro siglo en varias ciudades de Europa, India y Estados Unidos se instalaron plantas para el tratamiento de aguas negras, en donde los sedimentos de alcantarillado eran sometidos a digestión anaeróbica. El gas producido se utilizó para el alumbrado público o como parte del combustible necesario para operar la planta.

Durante e inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial, en varios países europeos se desarrollaron y difundieron plantas para la obtención del biogás en el medio rural, con el fin de hacer funcionar tractores y automóviles, debido a la escasez de combustibles fósiles

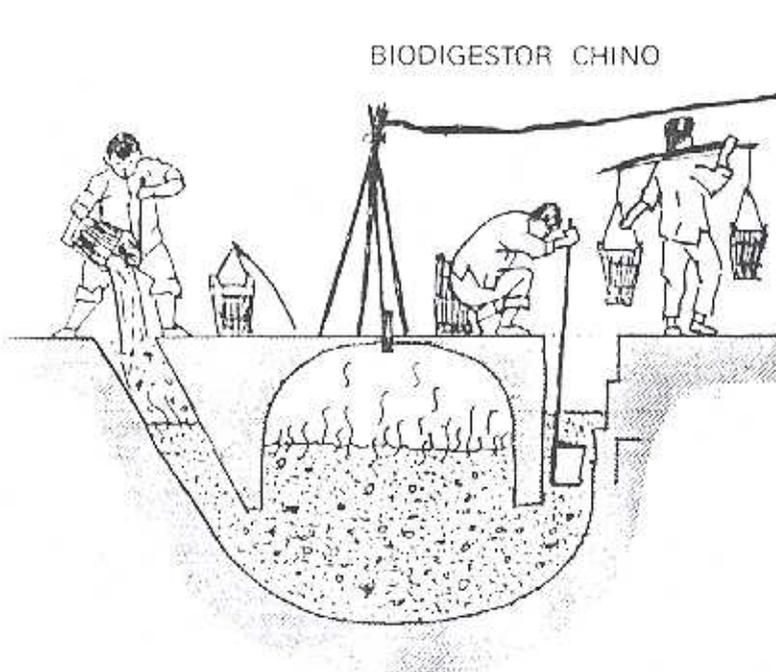
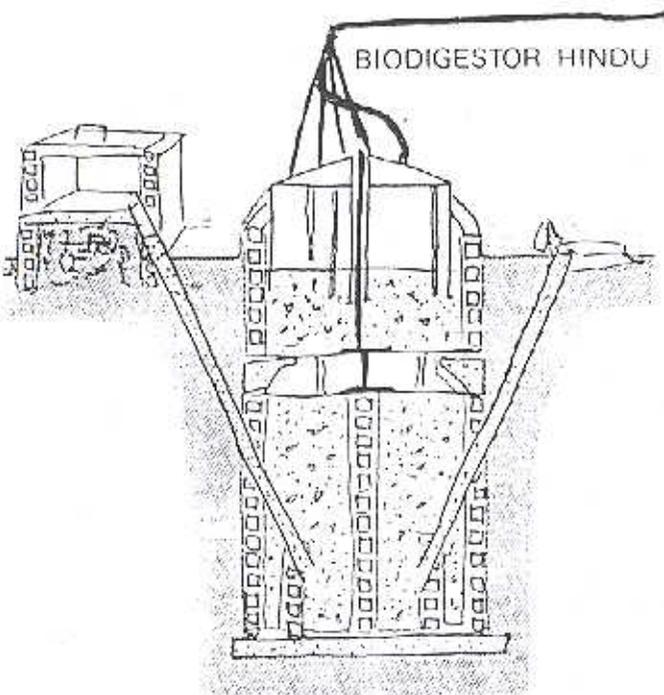
(petróleo).

Durante la década de 1950, en Asia y particularmente en la India, se desarrollaron modelos simples de cámaras de fermentación, más conocidos como biodigestores, para la producción de biogás y bioabono apropiados para hogares aldeanos y alimentados con estiércol y desechos vegetales.

El biogás se utilizaba en cocinas y lámparas. Los desechos digeridos servían como fertilizante (bioabono).

El biodigestor modelo familiar chino (con cámara sin partes móviles) y el modelo familiar hindú (con campana móvil para el almacenamiento de gas) se han difundido mucho en las últimas décadas.

Actualmente se vienen estudiando nuevos modelos de biodigestores de diferentes capacidades, pudiendo emplearse el biogás producido en refrigeradoras, estufas y motores de combustión interna.



2 DESCRIPCION GENERAL DEL BIODIGESTOR

La escasez de fuentes de energía económicamente accesibles al uso doméstico y el elevado precio de los fertilizantes químicos necesarios para el sostenimiento de la tierra de cultivo, han hecho que la tecnología de producción de biogás sea aceptada como una alternativa de solución al problema del desarrollo en zonas rurales.

Para producir biogás y obtener bioabono, es necesaria la construcción de una cámara especial que se denomina biodigestor, en donde se produce la fermentación anaeróbica (sin aire) de los desechos agropecuarios (estiércol de animales, hojas, rastrojos de cosechas y excreta humana).

El biogás se utiliza para el funcionamiento de cocinas y lámpa-

ras. Cuando se quema da una llama azul, libera aproximadamente $4,750 \text{ kcal/m}^3$ y no produce hollín ni olores desagradables. Los residuos líquidos y sólidos tienen un alto poder fertilizante y están libres de bacterias nocivas.

El biodigestor familiar que presentamos, de tipo circular, pequeño y achatado, es el más usado en China, donde a la fecha existen aproximadamente 8'000,000, en funcionamiento. En su construcción se utilizan materiales existentes íntegramente en el mercado nacional y técnicas de fabricación que no requieren de conocimientos especializados de albañilería, sino tan sólo aplicar lo descrito en este manual.

El biodigestor de 10m^3 de capacidad produce biogás en cantidad que permite atender las necesidades de iluminación y cocción de alimentos para una familia de seis miembros.

El costo del biodigestor disminuye considerablemente si es construido por el propio interesado. Su vida útil es de 20 a 30 años y requiere de un mantenimiento mínimo, aunque periódico.

El empleo de biodigestores contribuye a mejorar las condiciones sanitarias del lugar, evitando enfermedades provocadas por desechos orgánicos expuestos al aire libre.

Un biodigestor consta de las siguientes partes:

CANAL DE ENTRADA

CAMARA DE SALIDA

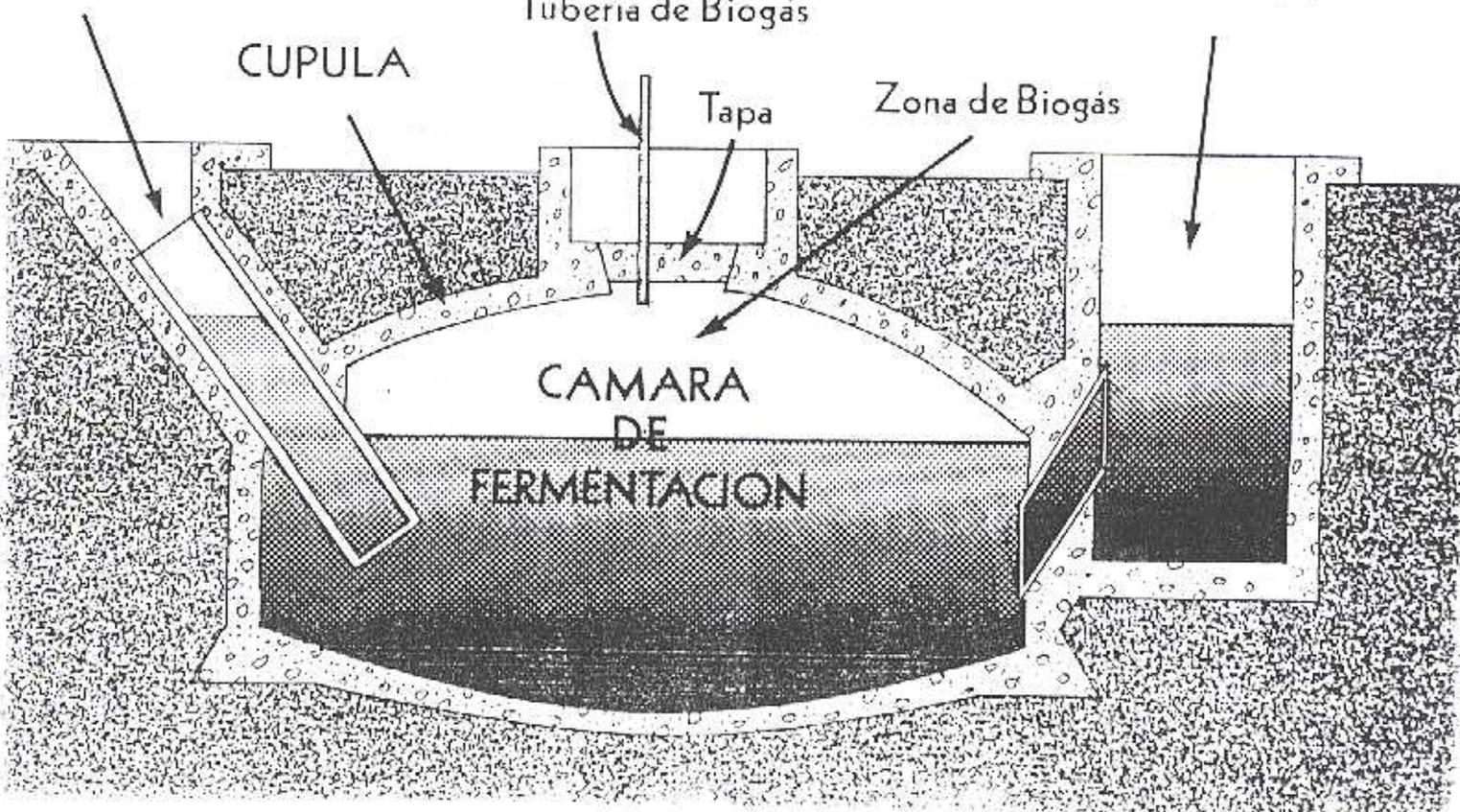
CUPULA

Tubería de Biogás

Tapa

Zona de Biogás

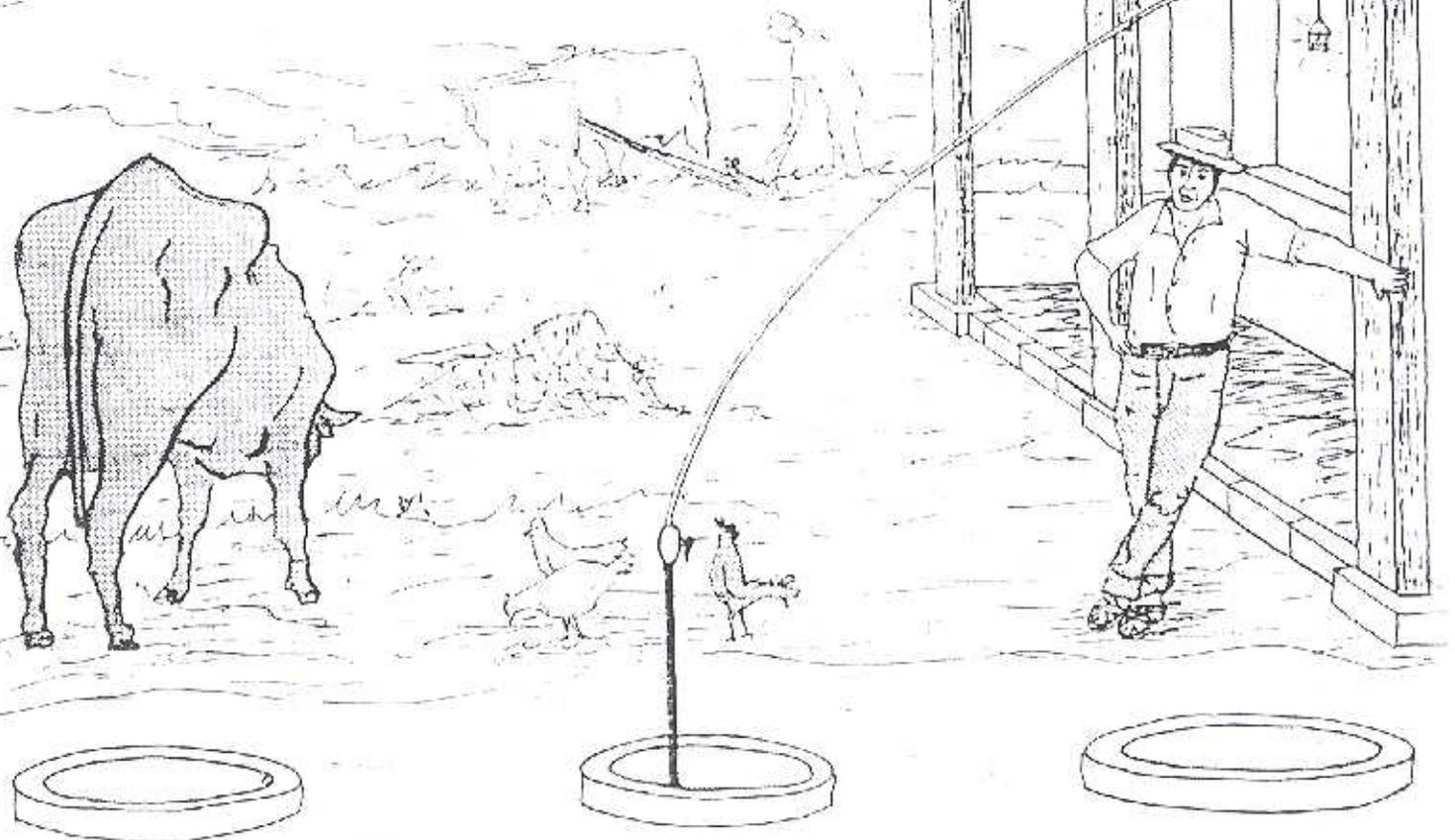
CAMARA DE FERMENTACION



COMPORTAMIENTO DEL BIODIGESTOR :

El biodigestor que se describe en este manual produce diariamente 2 a 3 m³ de biogás y 95 litros de bioabono líquido.

El biogás producido se puede utilizar en quemadores y lámparas similares a las que comúnmente utilizan gas propano o gas de kerosene.



Un quemador de cocina funciona durante una hora con 0,2m³ de biogás. Asimismo, una lámpara ilumina durante una hora con 0,05 m³ de biogás.

El bioabono obtenido es un fertilizante muy superior a la bosta y con un rendimiento similar al del mejor fertilizante químico.

Para mantener el biodigestor en funcionamiento continuo, es necesario disponer de desperdicios animales que pueden ser proporcionados por 4 animales grandes (vacas, caballos, auquénidos) o si no por 27 ovinos. En granjas con un mínimo de 200 aves, también puede funcionar el biodigestor.

Equivalencia Aprox. de 1m³ de BIOGAS :

GAS PROPANO	0.25m ³
LEÑA	4 Kg
CARBON	16Kg
BOSTIA	12 Kg
KEROSENE	0.6 Lt

3 COMO CONSTRUIR EL BIODIGESTOR

Antes de comenzar la construcción del biodigestor, es necesario prever que su ubicación esté cerca del lugar de origen de los desechos animales y del lugar donde vaya a usarse el biogás.

Hay que contar con agua suficiente, y tener cuidado de que las fuentes proveedoras de ésta no se hallen muy cerca de la obra, para evitar filtraciones.

El biodigestor debe construirse en campo abierto, sobre un terreno libre de obstáculos como piedras o raíces de árboles grandes que al crecer puedan causar daño.

Se necesita disponer de dos espacios adyacentes para preparar la mezcla con que se va a alimentar al biodigestor y para secar y guardar el desecho digerido.

Existen diversas maneras de llevar a cabo la construcción del biodigestor. Todo depende del tipo de terreno que se tenga.

Si se trata de un terreno arcilloso, el método de construcción será por vaciado integral de concreto, usando la tierra como molde.

Si se trata de un terreno pedregoso y deslizable, la construcción será de concreto vaciado, con excavación total y encofrado.

NOTA:

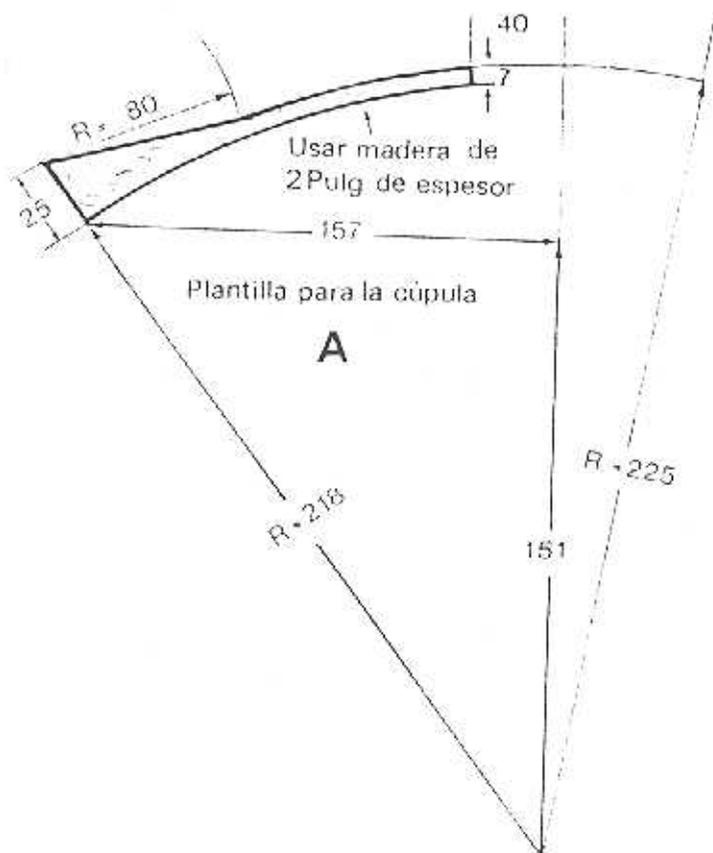
Un terreno arcilloso puede reconocerse si, en condición húmeda, la tierra es moldeable, sin agrietamientos y de la plasticidad que permita formar con ella, a mano, tiras de hasta 1 mm. de diámetro.

El método que se describe a continuación es adecuado para la construcción del biodigestor en un terreno arcilloso. En caso de que el terreno sea NO ARCILLOSO, léase además la nota en las páginas 16, 17 y 18 antes de proceder a su construcción.

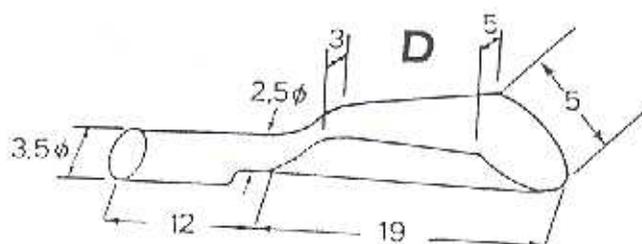
Para empezar la construcción se necesita además de las herramientas de albañilería comunes, lo siguiente:

- Plantilla para cúpula (FIGURA A)
- Plantilla para fondo (FIGURA B)
- Tapa provisional (FIGURA C)
- Lampas especiales (FIGURAS D, E, F)
- Barreta (FIGURA G)
- Apisonador (FIGURA H)

El concreto que se utilizará para la construcción del biodigestor, tendrá una proporción en volumen cemento-arena-piedra, de 1:3:6 respectivamente.



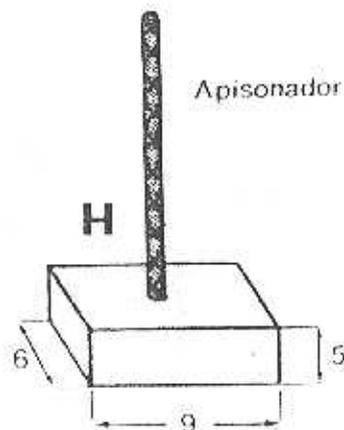
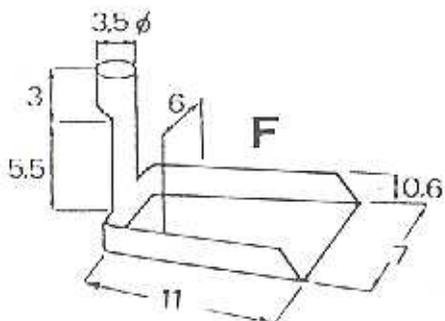
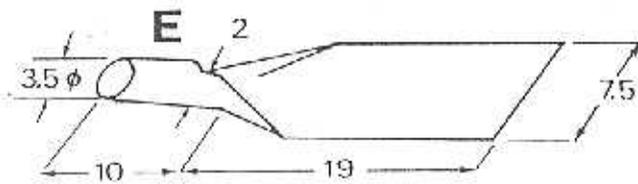
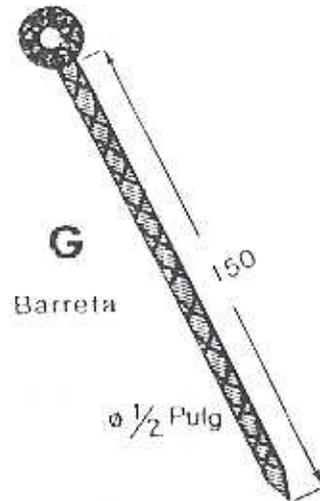
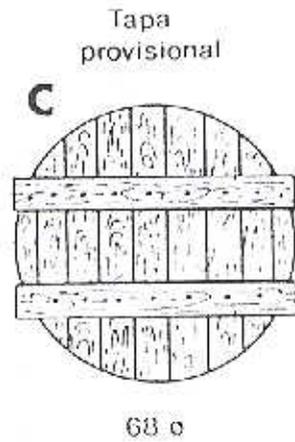
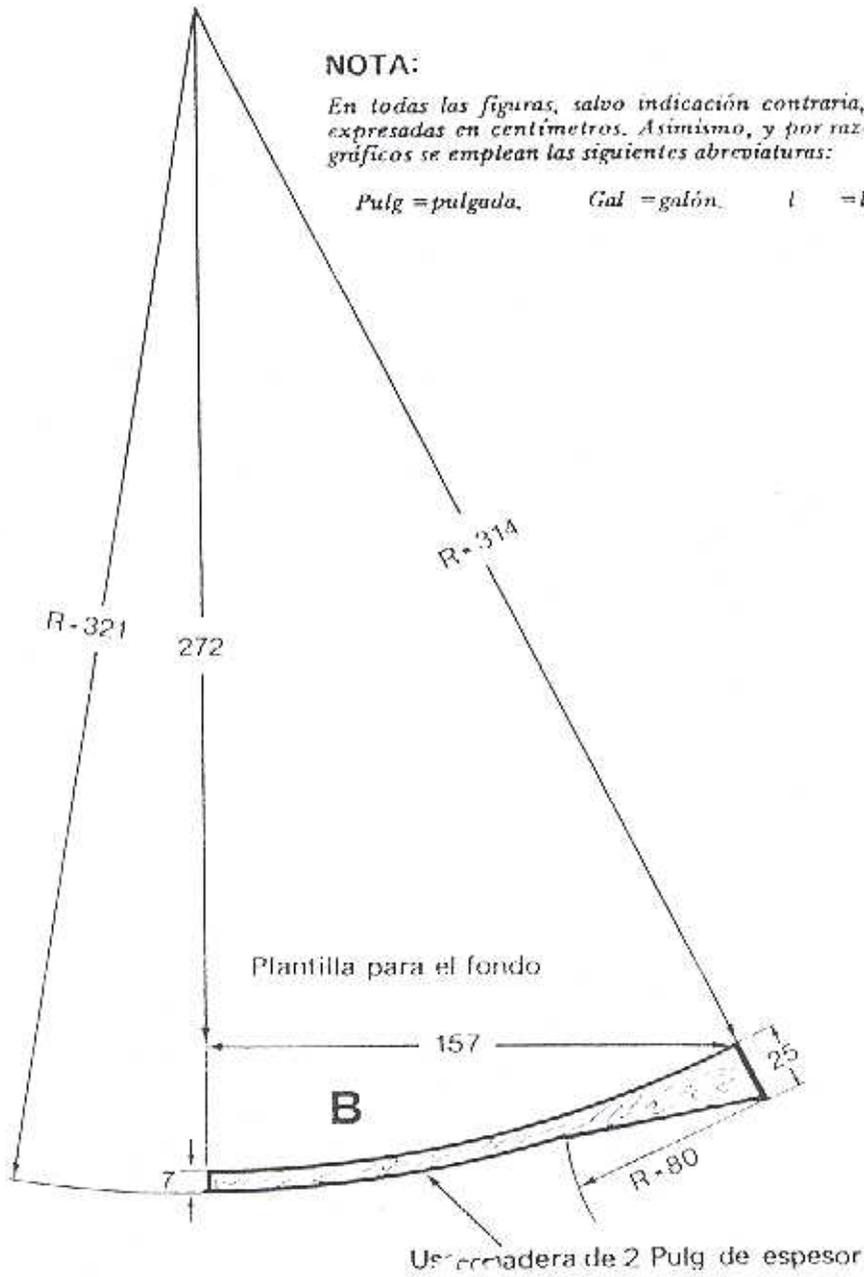
Lampas especiales
(Colocar un mango de madera de 1,20 m)



NOTA:

En todas las figuras, salvo indicación contraria, las dimensiones están expresadas en centímetros. Asimismo, y por razones de claridad, en los gráficos se emplean las siguientes abreviaturas:

Pulg = pulgada, Gal = galón, l = litro.



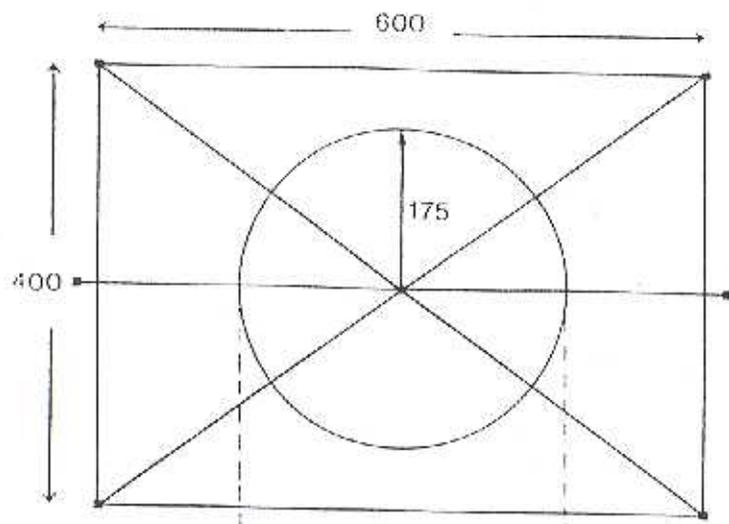
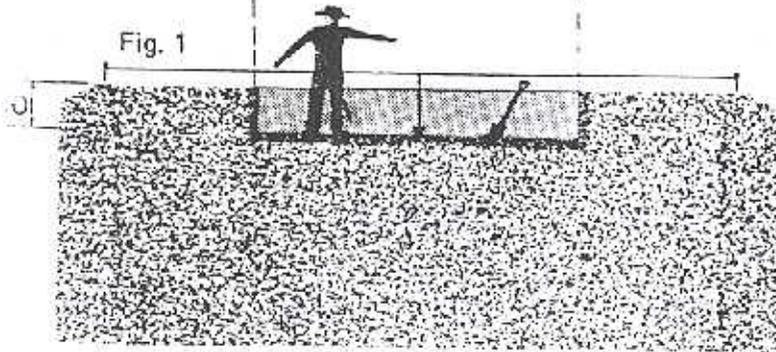


Fig. 1



Alrededor de una área de 24 m^2 ($6 \text{ m.} \times 4 \text{ m.}$), fórmense unos declives para evitar posibles inundaciones en zonas lluviosas. Nivélese el suelo y colóquense estacas en las esquinas. Se halla el centro del terreno tendiendo dos cordeles y aprovechando las estacas. El punto donde se crucen será el punto central. Colóquese una estaca con clavo en el centro exacto.

Con una cuerda se traza en el suelo una circunferencia de 175 cm. de radio. Asimismo, se colocan otras dos estacas con cordel, que nos servirán posteriormente para tomar medidas. A continuación se hace una excavación dentro de esta área, con una profundidad de 60 cm (Figura No. 1).

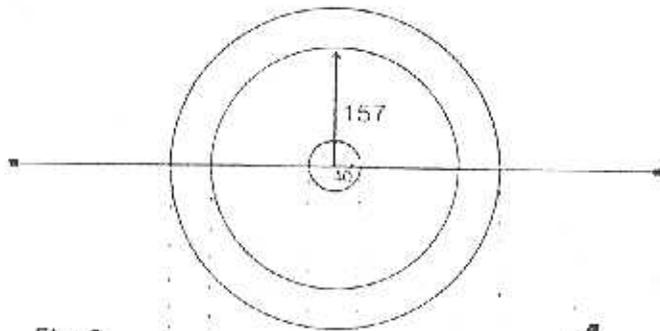
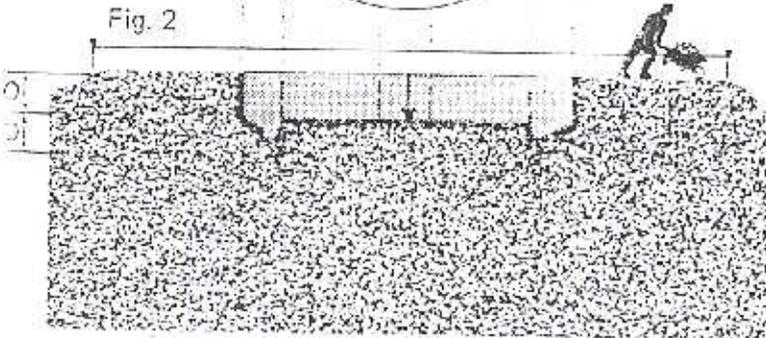


Fig. 2



Usando el mismo centro se traza otra circunferencia de 157 cm de radio. Con una lampa se va cavando alrededor hasta una profundidad de 60 cm., dando al terreno la forma que se muestra en la Figura No. 2.

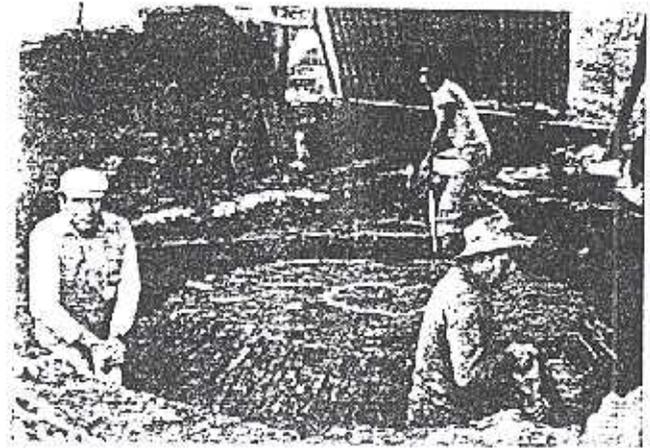
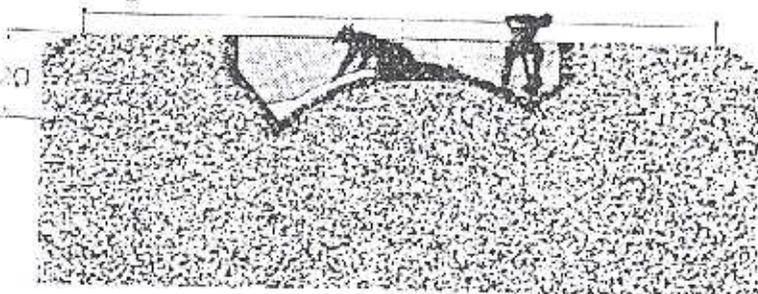
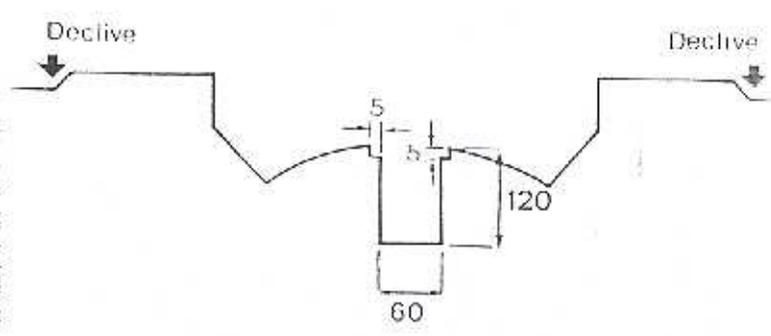
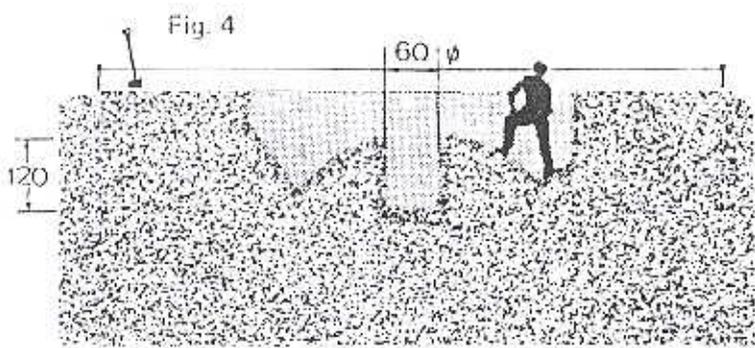


Fig. 3

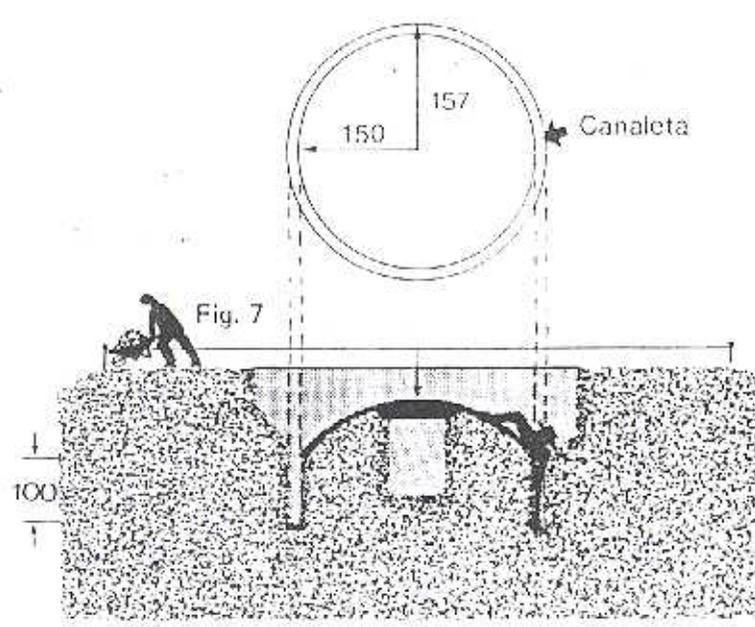
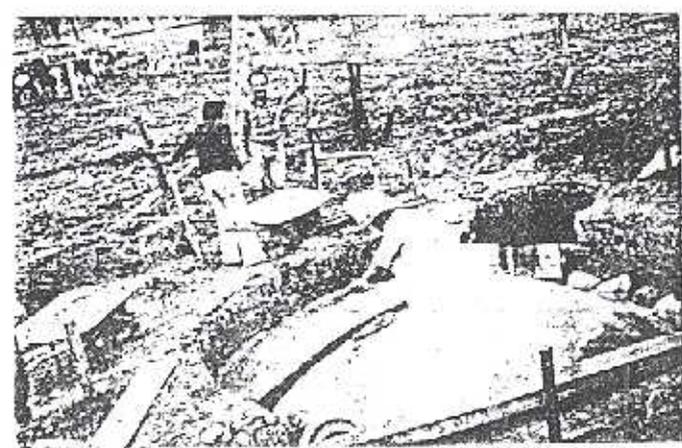
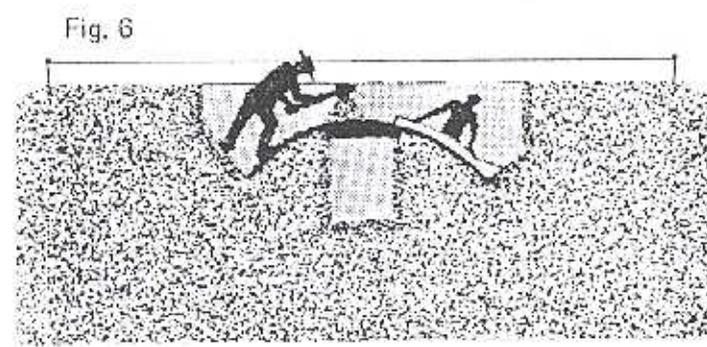
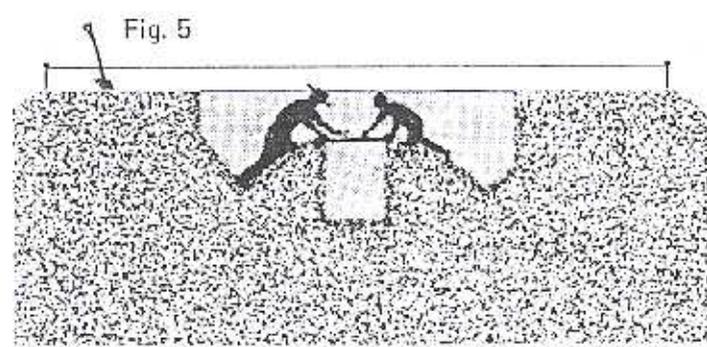


Trácese una nueva circunferencia de 40 cm. de radio. Ahora, usando una tampa y con ayuda de la "plantilla para cúpula", (Figura A, Pág. 8) se da al terreno la forma que se muestra en la Figura No. 3, humedeciéndolo ligeramente y moldeándolo circularmente.



Usando el mismo centro trázese otra circunferencia de 30 cm. de radio. Hágase una excavación dentro de la circunferencia, hasta una profundidad de 120 cm.

Luego será necesario rebajar los bordes de la boca con una profundidad de 5 cm. y un ancho de 5 cm. (Figura No. 4). Esto servirá de asentamiento a la "tapa de madera" provisional ya construida (Figura C, Pág. 9). Agréguese una capa de tierra sobre la tapa y emparéjesela con la forma de la Cúpula (Figuras Nos. 5 y 6). Espárcese una capa de arena fina dándole 3 mm. de espesor sobre la cúpula para que actúe como separador en el momento de vaciar el concreto.



Ahora se puede empezar a construir la pared circular del biodigestor. Hay que cavar una canaleta alrededor del molde de la cúpula (Figura No. 7), con una profundidad de 100 cm. y un ancho de 7 cm., utilizando las "lampas especiales", (Figuras D, E, y F; Pág. 8 y 9)

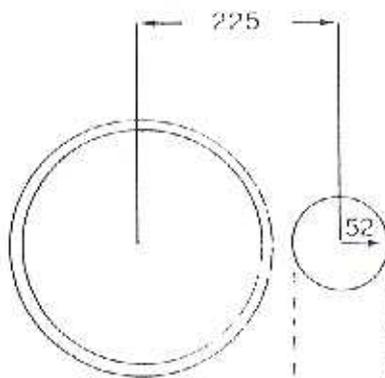
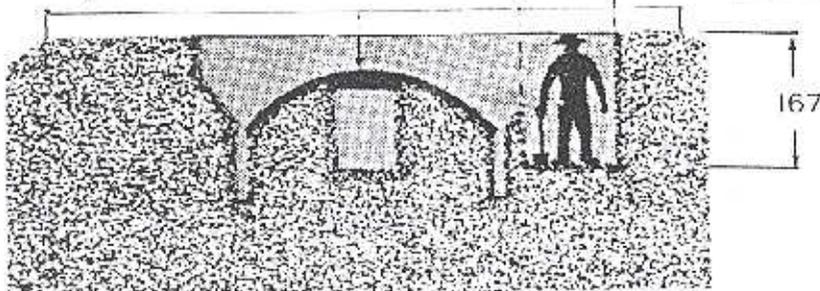
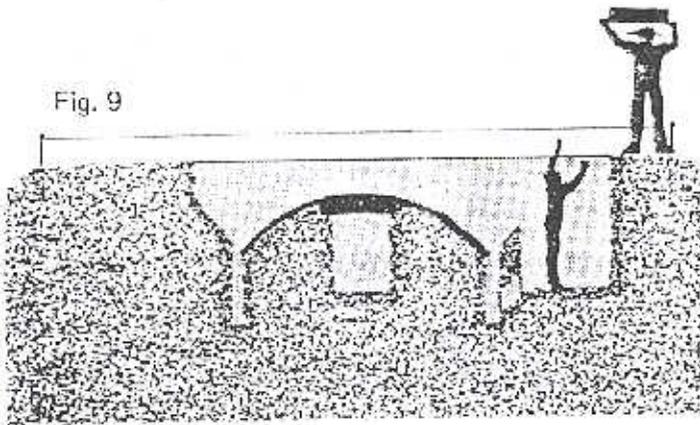


Fig. 8



Para iniciar la construcción de la cámara de salida, primero se ubica su centro a 225 cm. del centro del molde de la cúpula. Se traza una circunferencia de 52 cm. de radio y luego se procede a cavar hasta una profundidad de 167 cm. (Figura No. 8).

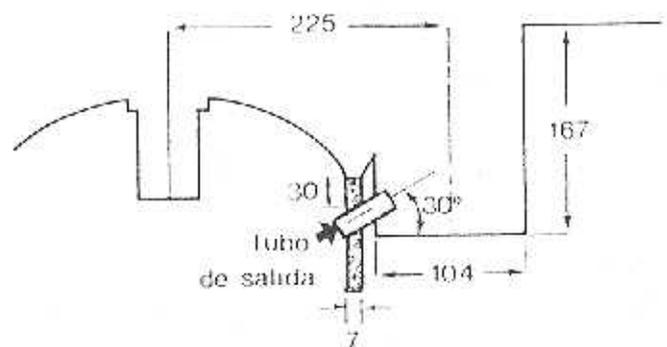
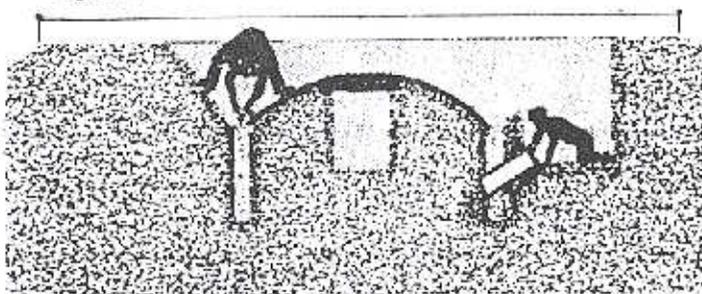
Fig. 9



Se hace un túnel de 30 cm. de diámetro con una inclinación de 30° para comunicar la cámara de salida con la zona de fermentación. Se introduce en el túnel un tubo de concreto de 10 Pulg. de diámetro por 50 cm. de largo (Figura No. 9).

Es el momento de vaciar con concreto y piedras la canaleta del biodigestor. Se recomienda hacerlo por capas de 15 cm. agitando y apisonando bien la mezcla con la "barreta" y el "apisonador" (Figuras G y H; Pág. 9). De esta manera se tiene construida la pared del biodigestor. (Figura No. 10).

Fig. 10



NOTA:

Déjese fraguar el concreto durante 5 días.

Fig. 11

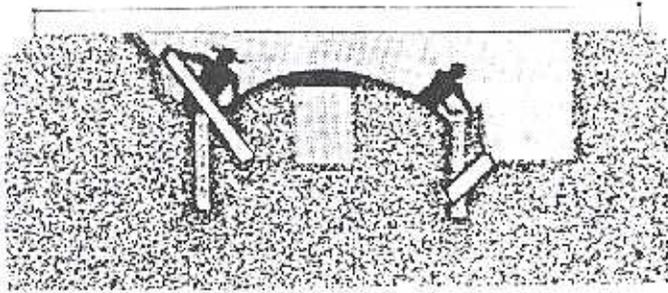


Fig. 13

Anillo de Triplay

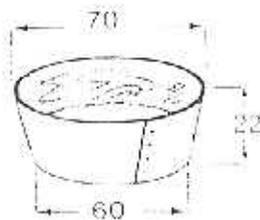
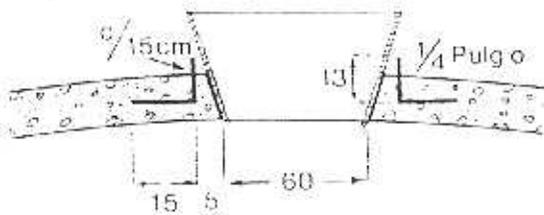


Fig. 14



Orden de vaciado de la cúpula

Fig. 15

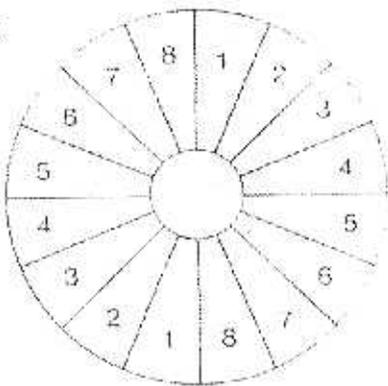
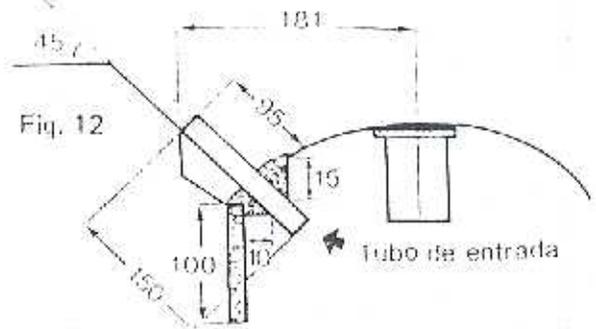
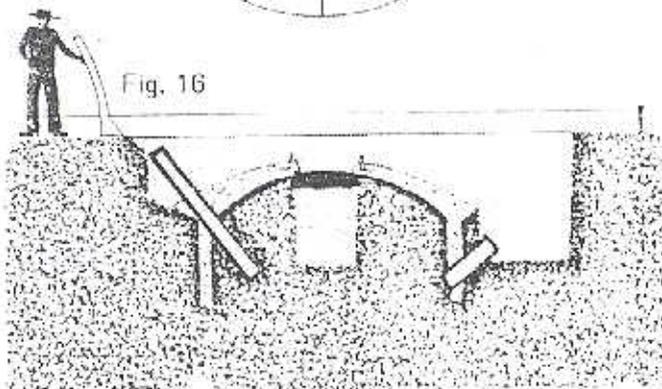


Fig. 16

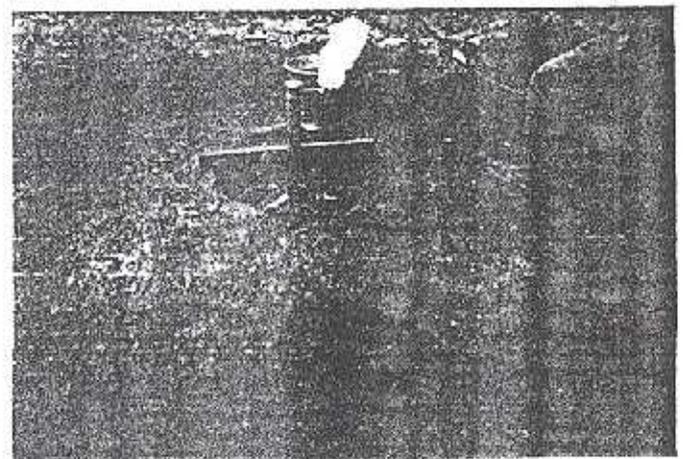


Para formar el canal de entrada, se introduce un tubo de concreto de 10 Pulg. de diámetro por 150 cm. de largo, con una inclinación de 45°, hasta una profundidad de 55 cm. dentro del molde de la cúpula (Figura No. 11). A continuación retírese tierra alrededor del tubo (Figura No. 12) y rellénesse una parte con concreto siguiendo la forma del molde de la cúpula.

Antes de vaciar la mezcla sobre el molde de la cúpula se debe preparar con una plancha de triplay de 4 mm. de espesor, un anillo cónico que dará forma a la boca del biodigestor (Figura No. 13). Asimismo, se agregará arena fina o cernida sobre el molde de la cúpula.

Se colocarán varillas de fierro de 1/4 Pulg. de diámetro dobladas en ángulo alrededor de la boca de entrada con una separación de 15 c.m. entre ellas (Figura No. 14).

Se procede con el vaciado del concreto siguiendo el orden que se indica (Figura No. 15), con ayuda de la "plantilla para cúpula". El concreto deberá tener un espesor que corresponda a la plantilla. Agréguese arena fina o arcilla a la cúpula de concreto formada, dando 2 o 3 centímetros de espesor (Figura No. 16) y mojàndola constantemente para evitar rajaduras.



NOTA.

Inicio vagar el concreto por 5 días. Durante este tiempo, se puede proceder a la construcción de la cámara de salida.

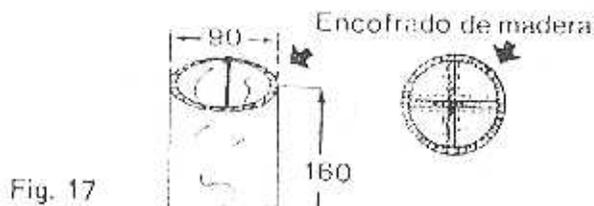


Fig. 17

Hágase una losa de concreto de 7 cm. de espesor en el fondo de la cámara de salida y déjese fraguar por 1 día. Vacíese concreto para la pared usando el encofrado mostrado (Figura No. 17).

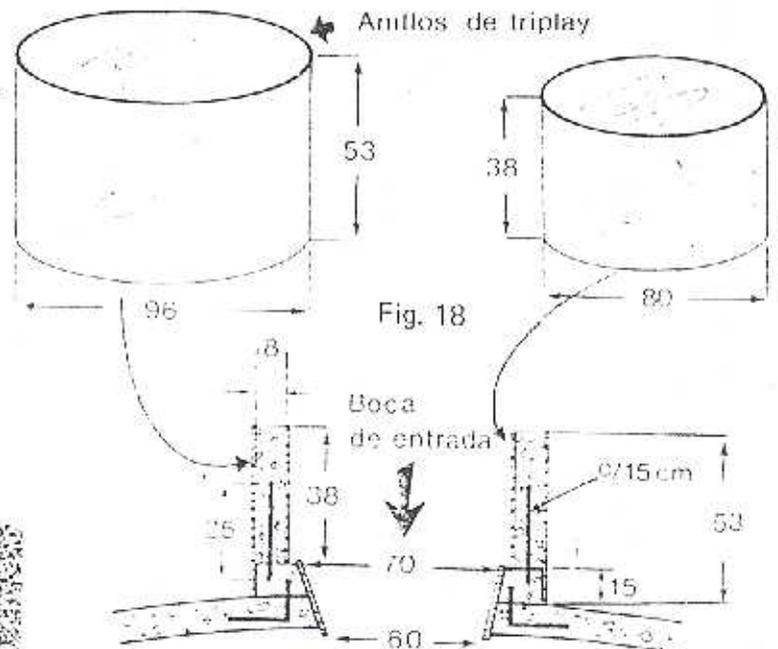


Fig. 18

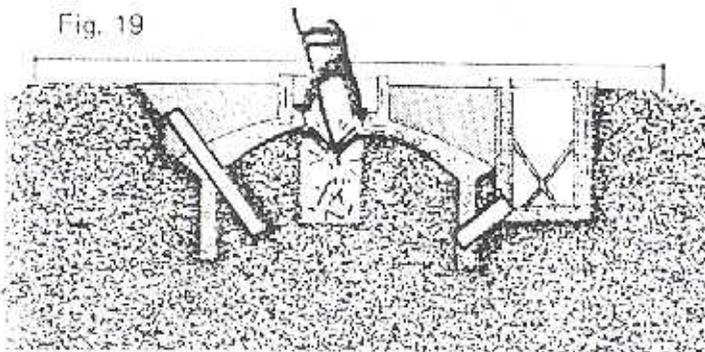


Fig. 19

Ahora es el momento de construir la boca de entrada de la cúpula preparando un encofrado de triplay (Figura No. 18). Una vez fraguaria la mezcla, destrúyase la "tapa provisional" (Figura No. 19).

Extráigase la tierra que se encuentra bajo la cúpula, siguiendo el orden indicado (Figuras No. 20 y 21) y distribúyase uniformemente sobre la cúpula.

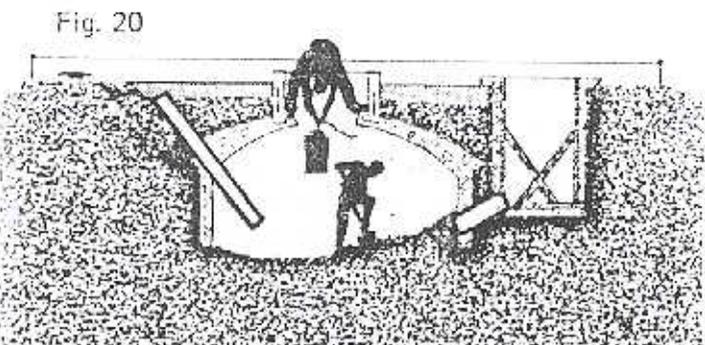


Fig. 20

Al llegar a la base de la pared del biodigestor, se deben colocar 13 ladrillos king kong debajo de ésta.

Orden de excavación

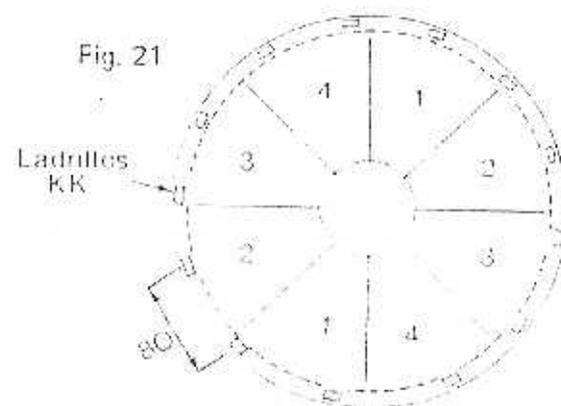


Fig. 21

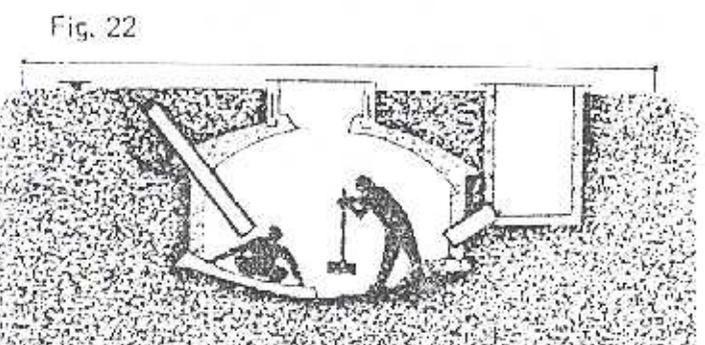


Fig. 22

Contínuese la excavación hasta obtener la forma indicada (Figura No. 22). Usese la "plantilla para fondo" (Figura 5; Pág. 9) y apisonése el fondo.

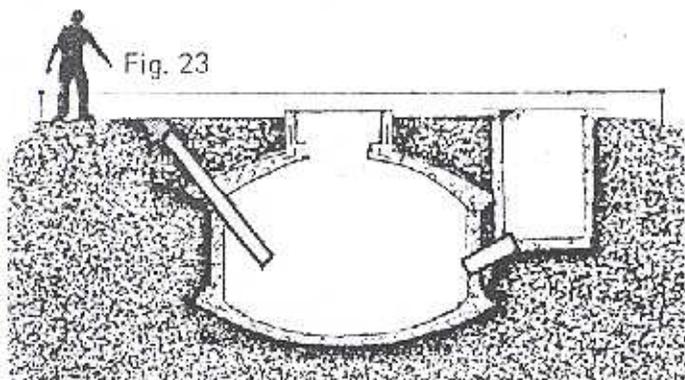


Fig. 23

Limpíense la pared y el techo de residuos de tierra, luego vacíese concreto sobre el fondo del biodigestor usando la "plantilla para fondo", para controlar el espesor. El vaciado será de una sola vez. Redondéese con concreto la unión entre la pared y el fondo (Figura No. 23).

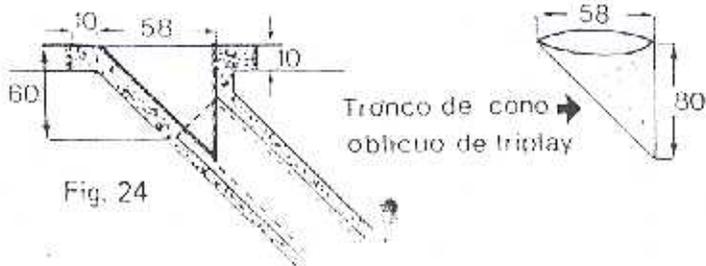


Fig. 24

Constrúyase la boca del canal de entrada usando un encofrado de triplay, tal como se indica. Cúbrase el tubo del canal de entrada con una capa de concreto de 7 cm. de espesor. (Figura No. 24). Déjese fraguar por 2 días.

Tarrájese todos los interiores del biodigestor con una mezcla de arena-cemento 1:3 utilizando como aditivo algún impermeabilizante líquido comercial, siguiendo las instrucciones del fabricante. (Figura No. 25).

Constrúyase la tapa del biodigestor haciendo un molde en tierra (Figura No. 26). Como alma de la tapa se emplea una rejilla de hierro. También se preparan 2 asas y 1 tubo de hierro de 1/2 Pulg. de diámetro por 100 cm. de longitud roscado en uno de sus extremos. Vacíese concreto y déjese fraguar por 3 días como mínimo. En lugares calurosos manténgase húmeda la superficie para evitar resquebrajamientos.

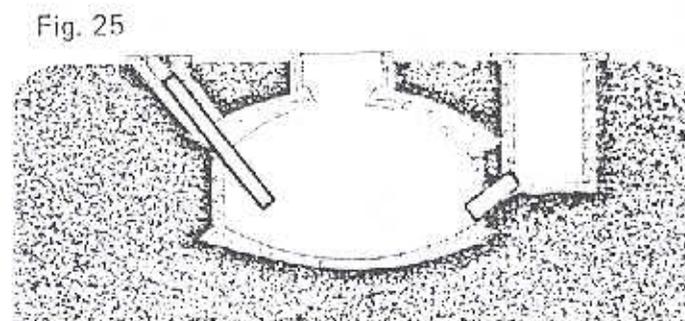


Fig. 25

Molde en la tierra

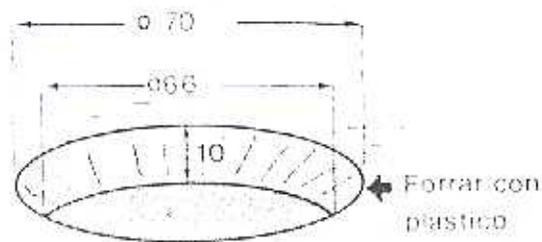
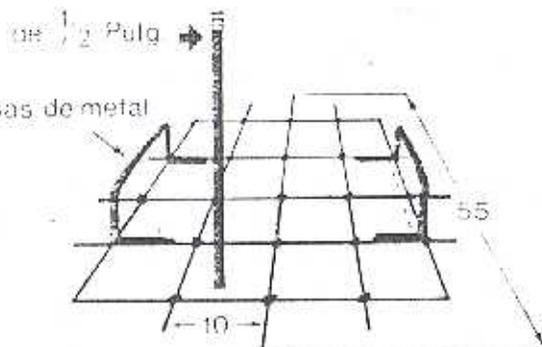


Fig. 26

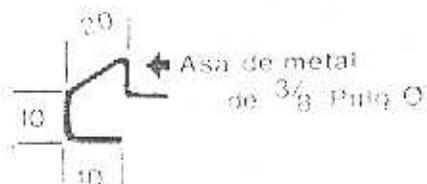
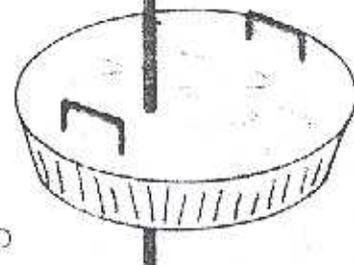
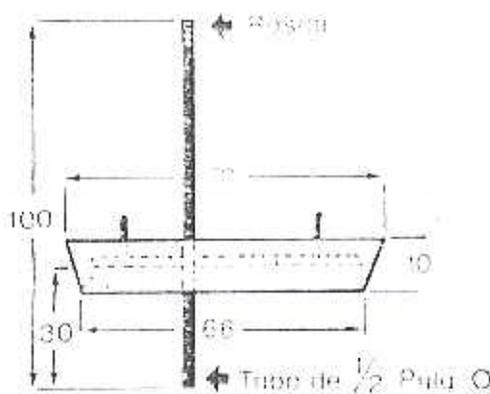
Malla de hierro de 3/8 Pulg. Ø



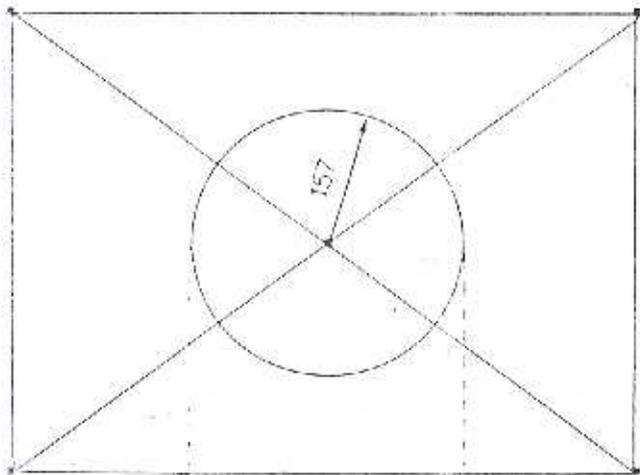
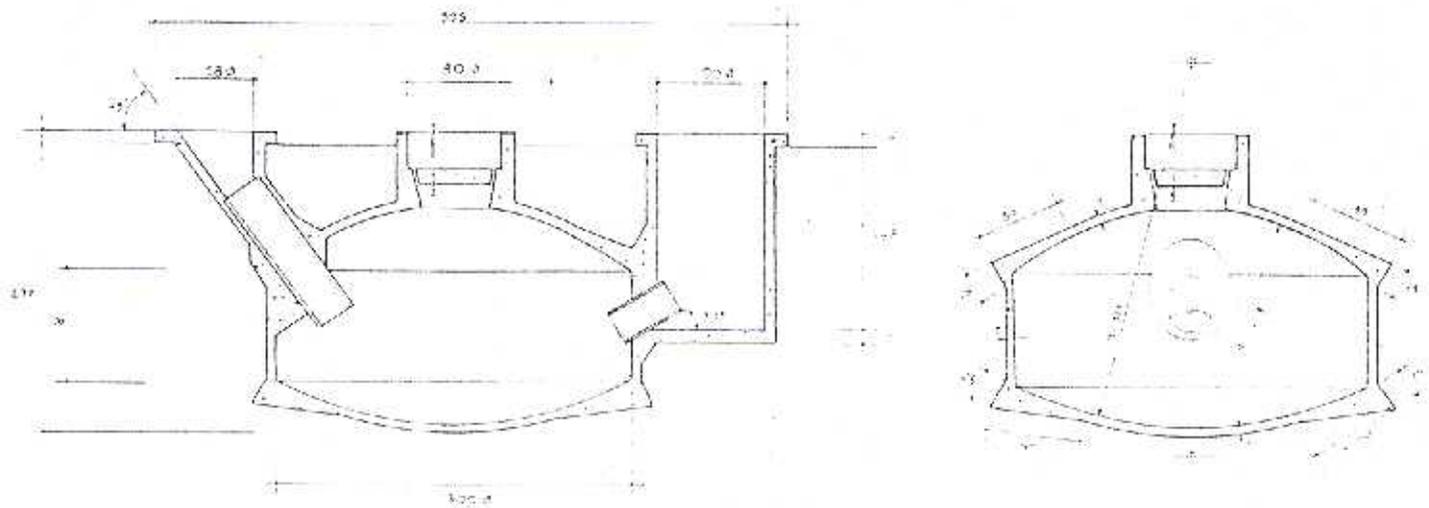
Tubo de 1/2 Pulg.

Asas de metal

Tapa de la boca de entrada



Se recomienda colocar una tapa de madera o concreto en la cámara de salida y en el canal de entrada como medida de seguridad.

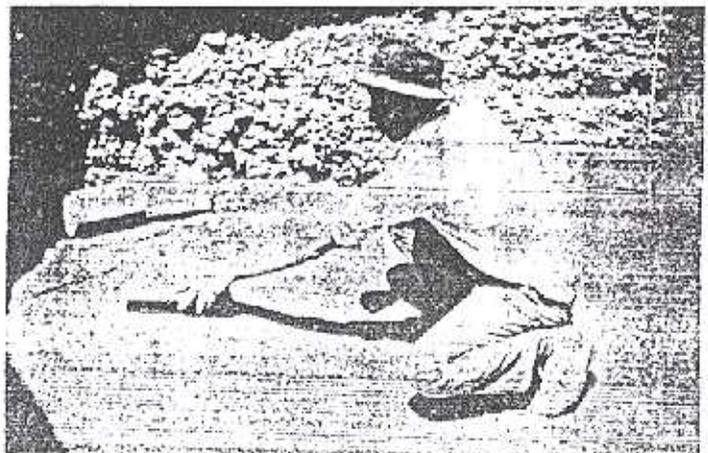
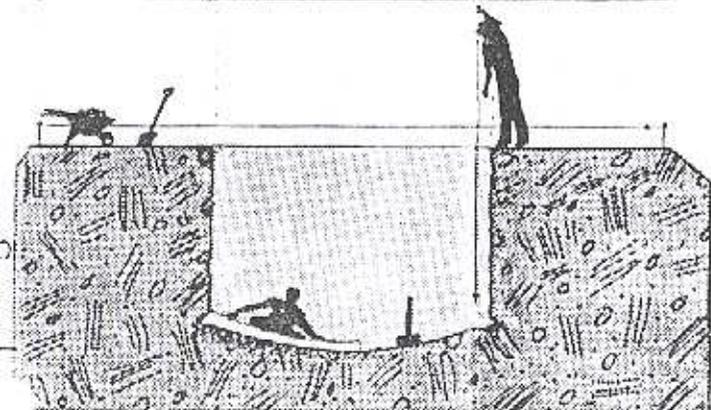


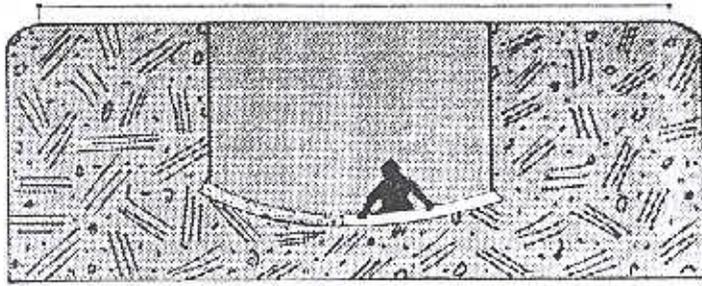
NOTA:

En caso de que el terreno sea del tipo NO ARCILLOSO, varía la secuencia de construcción de la cámara de digestión. Primero se construye el fondo, luego las paredes y por último la cúpula.

Fondo

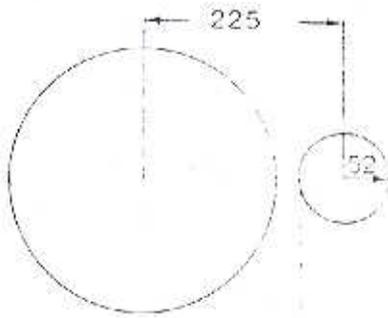
Para construir el fondo de la cámara de digestión, cávese dentro de una circunferencia de 157 cm. de radio, hasta llegar a una profundidad de 260 cm. Moldéese el fondo con ayuda de la "plantilla para fondo" (Figura B, Pág. 9) y apisonese.





Vaciése concreto de una sola vez aprovechando la "plantilla para fondo" para controlar el espesor. Déjese fraguar el concreto durante 4 días.

Luego se procede a la construcción de la cámara de salida según el método anteriormente descrito, teniendo cuidado de colocar el tubo que unirá la cámara de salida con la cámara de digestión, antes de vaciar con concreto las paredes (Figura No. 17, Pág. 14).

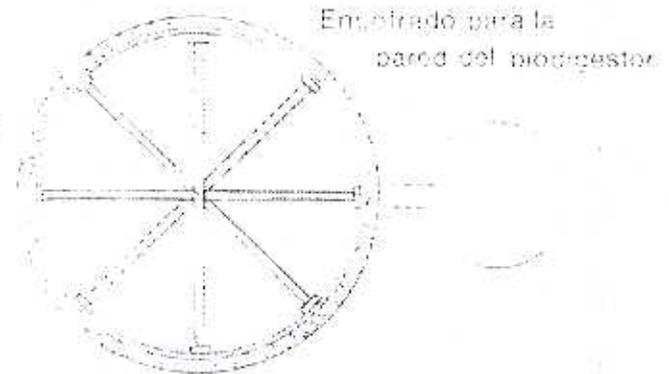
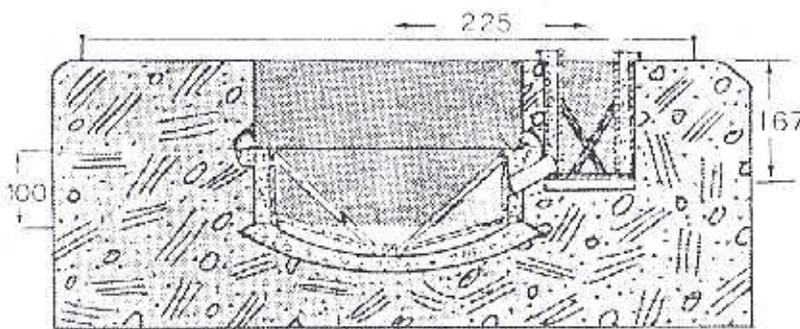


Paredes

Para construir la pared de la cámara de digestión, se coloca una rejilla la superficie cilíndrica de la excavación, para tapar agujeros y grietas con una mezcla pobre de tierra-cemento.

Se arma el encofrado empleando planchas o tablas, apuntalándolas con estacas para dar al concreto una forma cilíndrica.

Vaciése el concreto en capas circulares de 15 cm. de espesor hasta el nivel indicado, agitando y apisonando bien la mezcla con ayuda de la "barreta" y el "apisonador", (Figuras G y H, Pág. 9).

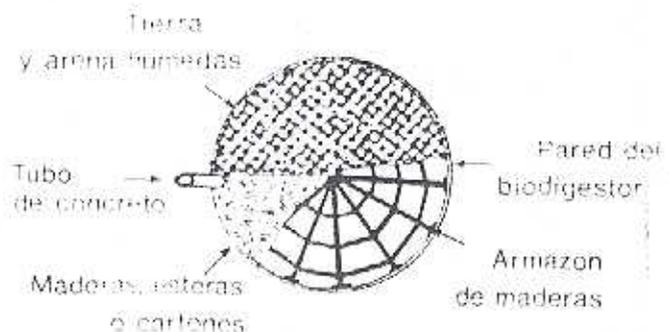
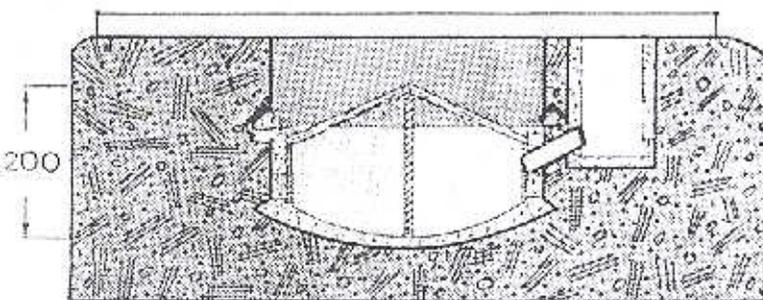


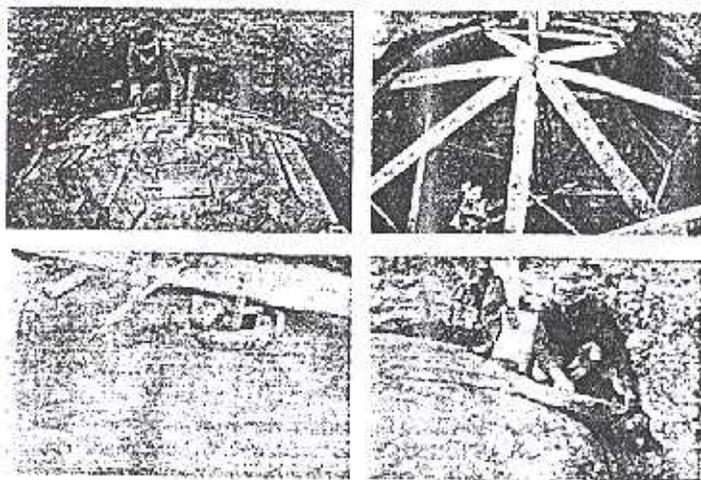
Déjese fraguar por 5 días y luego desármese el encofrado cuidadosamente.

Refuézese con concreto alrededor de la pared donde descansará la cúpula.

Cúpula

Para construir la cúpula del biodigestor se prepara un armazón desarmable con un soporte central y travesaños radiales a manera de paraguas, que descansan en parantes. Asimismo se posiciona el tubo del canal de entrada apoyado en la pared con una inclinación de 45°, dejando 55 cm. de su longitud hacia afuera. (Como referencia Ver Figura No. 12, Pág. 13).





Colóquese sobre el armazón, maderas y estacas o cartones hasta cubrir toda la superficie, agréguese tierra y moldéese la cúpula haciendo uso de la "plantilla para cúpula", (Figura A; Pág. 8); humedeciéndole ligeramente la tierra para una mejor compactación. Luego, añádase una capa de arena fina.

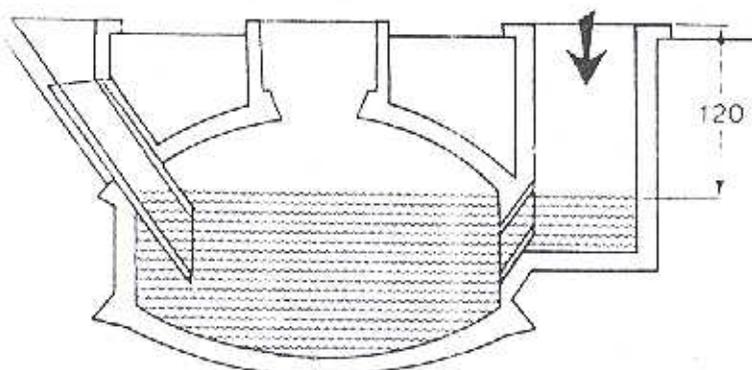
Relléñese con concreto, lo que será la unión del tubo con la cúpula (Como referencia, ver Figura No. 12; Pág. 13).

A partir de ahora se construyen, las demás partes del biodigestor según el método anterior.

Finalmente desármese el armazón de madera, límpiense y tarrajéese el interior de la cámara de digestión, cubriendo posibles grietas y redondeando las esquinas. Cúbrase con tierra la cúpula hasta nivelar el terreno.

REVISIÓN Y PRUEBA DE HERMETICIDAD:

Llenar agua en el biodigestor



Concluida la construcción del biodigestor, es necesario someterlo a una revisión ocular y reparar las fallas que se detecten. En caso de rajaduras leves se debe picar el concreto en esa zona y resanar con una mezcla de cemento-arena (1:3).

Si existieran grietas o huecos en el biodigestor, se procede a picar el concreto alrededor de esa zona, se introduce un pedazo de malla de gallinero que cubra la zona y se recubre todo con una mezcla de cemento-arena (1:3); y se tarraja luego.

A continuación se somete el biodigestor a una prueba de hermeticidad, llenándolo con agua hasta el nivel indicado. Contrólense constantemente el nivel por espacio de 12 horas. Si hubiese un descenso en el nivel del agua, esto se deberá a la existencia de rajaduras, bien en la pared o en el fondo del biodigestor. En este caso se desagua el biodigestor, se lo repara y se vuelve a llenar con agua repitiéndose nuevamente la prueba.

NOTA:

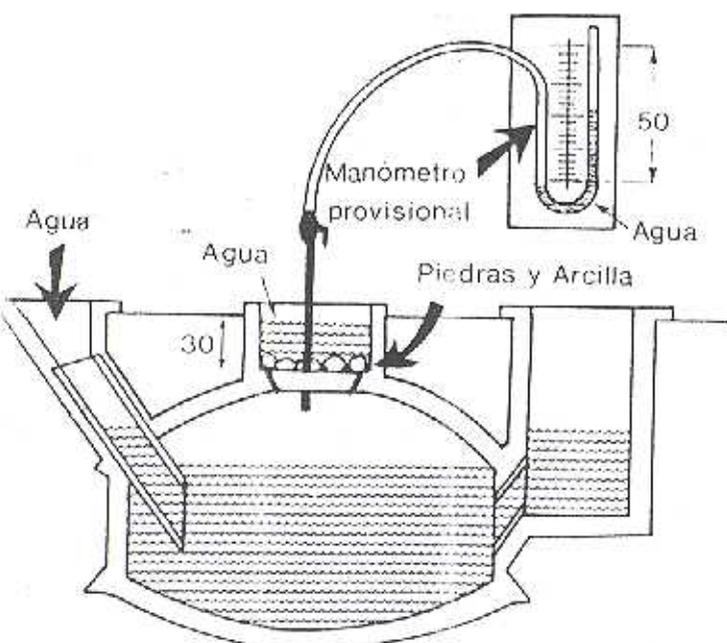
Si la prueba es satisfactoria, manténgase el agua para la siguiente prueba.

Para probar la hermeticidad de la cúpula, se debe obturar el biodigestor colocando la tapa móvil y sellándola con arcilla húmeda. Déjese secar la arcilla por espacio de 2 horas, colóquense piedras pesadas sobre la tapa y luego llénese con agua hasta el nivel indicado.

Instálese un manómetro provisional, usando una manguera de plástico transparente de 1/2 Pulg. de diámetro, con agua y conectado al tubo de salida de gas.

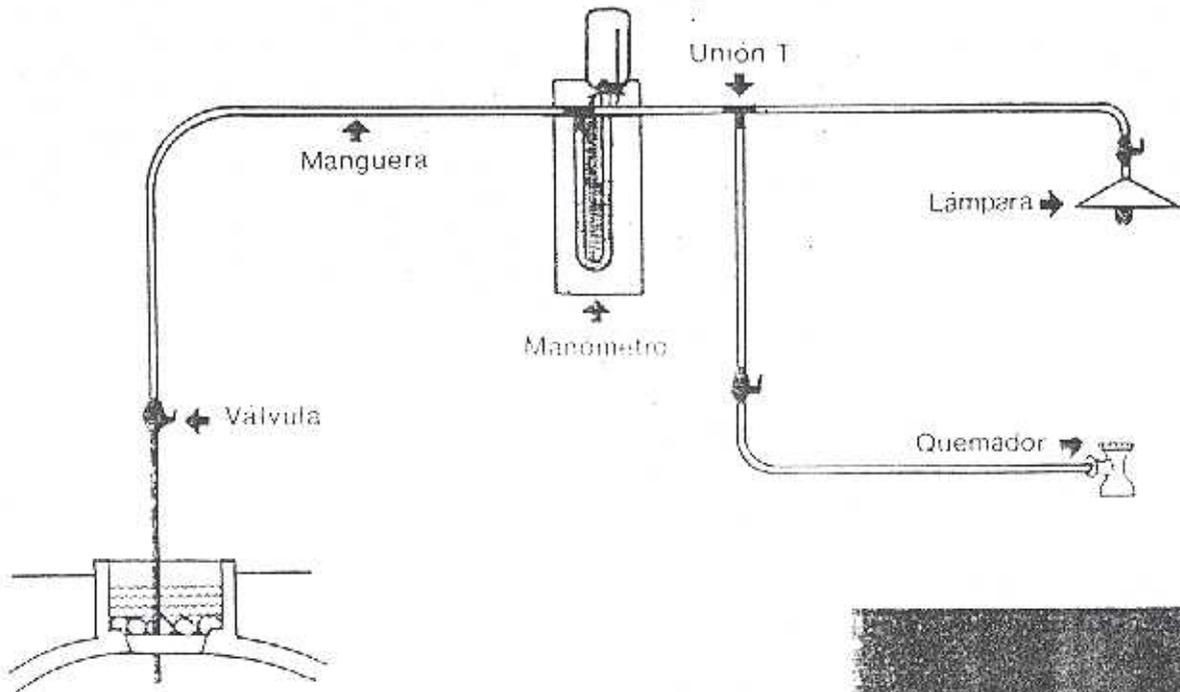
Agréguese más agua al biodigestor hasta producir una diferencia de niveles de 50 cm. en el manómetro. Márquense los niveles.

Si luego de 24 horas existen variaciones de más de 1 cm. en los niveles, se considerará de que hay rajaduras en la cúpula. Procédase a desaguar el biodigestor para ubicar las fallas y repararlas. Vuélvase a efectuar la prueba hasta obtener resultados satisfactorios.

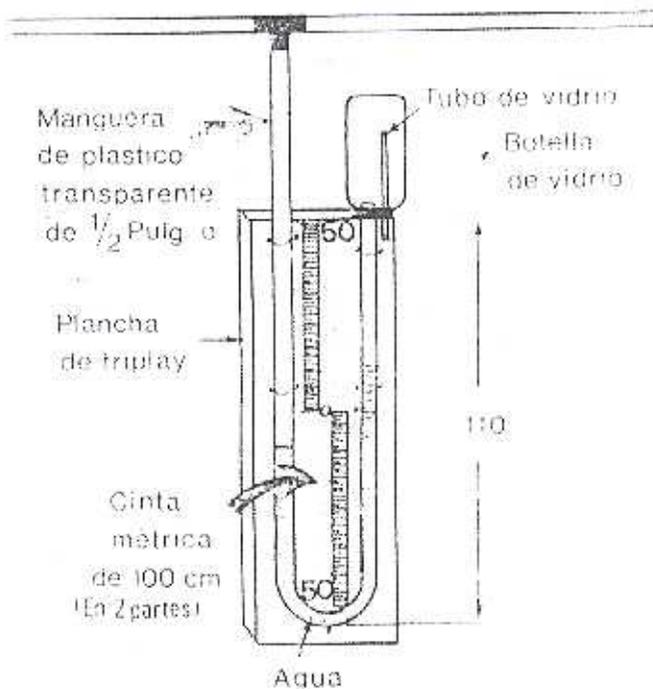
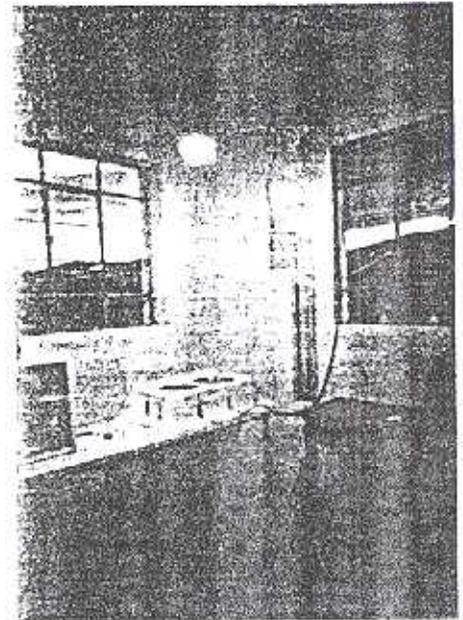


INSTALACIONES PARA ILUMINACION Y COCINA:

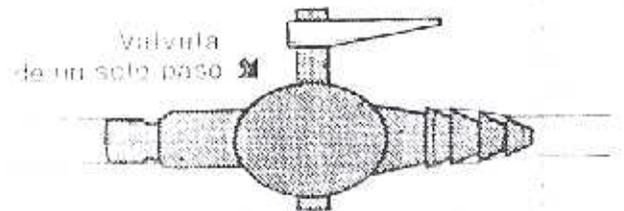
Para llevar el biogás hasta el lugar de uso, empleése manguera de plástico de 1/2 Pulg. de diámetro, según se indica en el esquema.



- El manómetro que se muestra en la figura sirve para medir la presión interna en el biodigestor. Cuando la presión es excesiva, permite la fuga del biogás actuando como una válvula de seguridad.
- En las líneas de conducción y para regular el flujo de biogás en lámparas y quemadores, se utilizan válvulas de un solo paso. En las uniones entre vál-



vula y manguera se debe utilizar cinta teflón o pintura esmalte a fin de impermeabilizarlas.



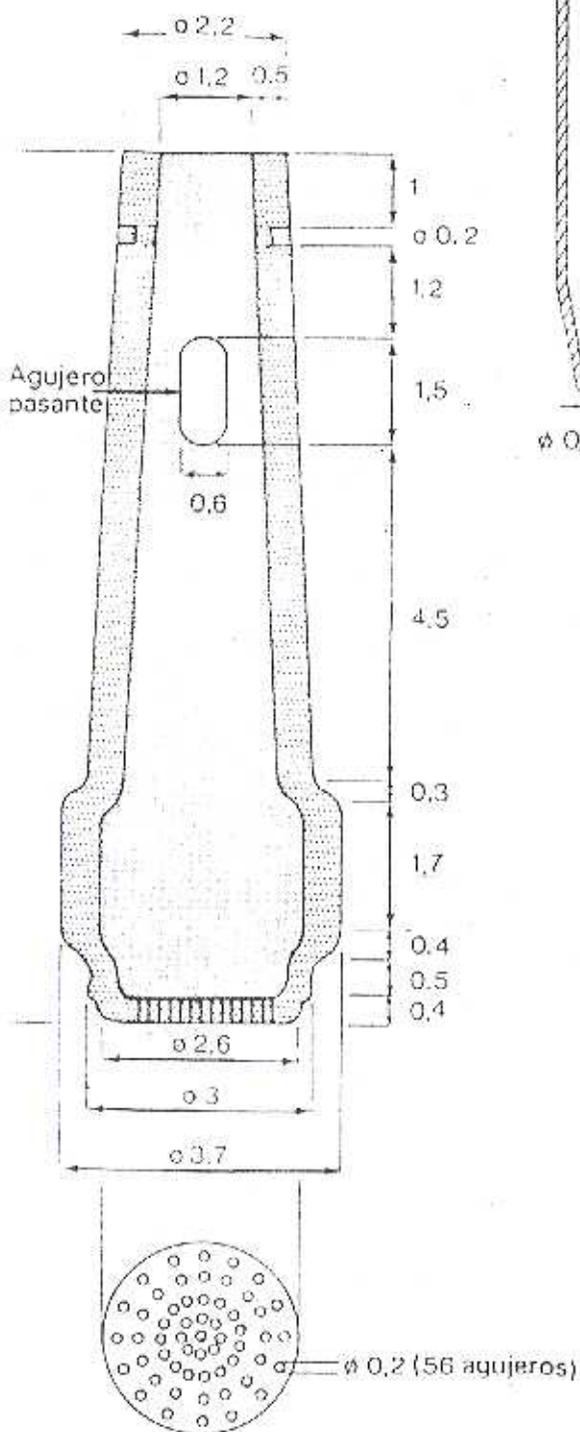
NOTA:

Es necesario probar la hermeticidad de las uniones apretando las uniones a mano, cerrando las válvulas de lámparas y quemadores, y luego bombeando aire dentro de las mangueras con un inflador simple. Si se observa formación de burbujas es prueba de que existen fugas. Procedase entonces a apretar las uniones. Retirase la prueba hasta que no existan fugas.

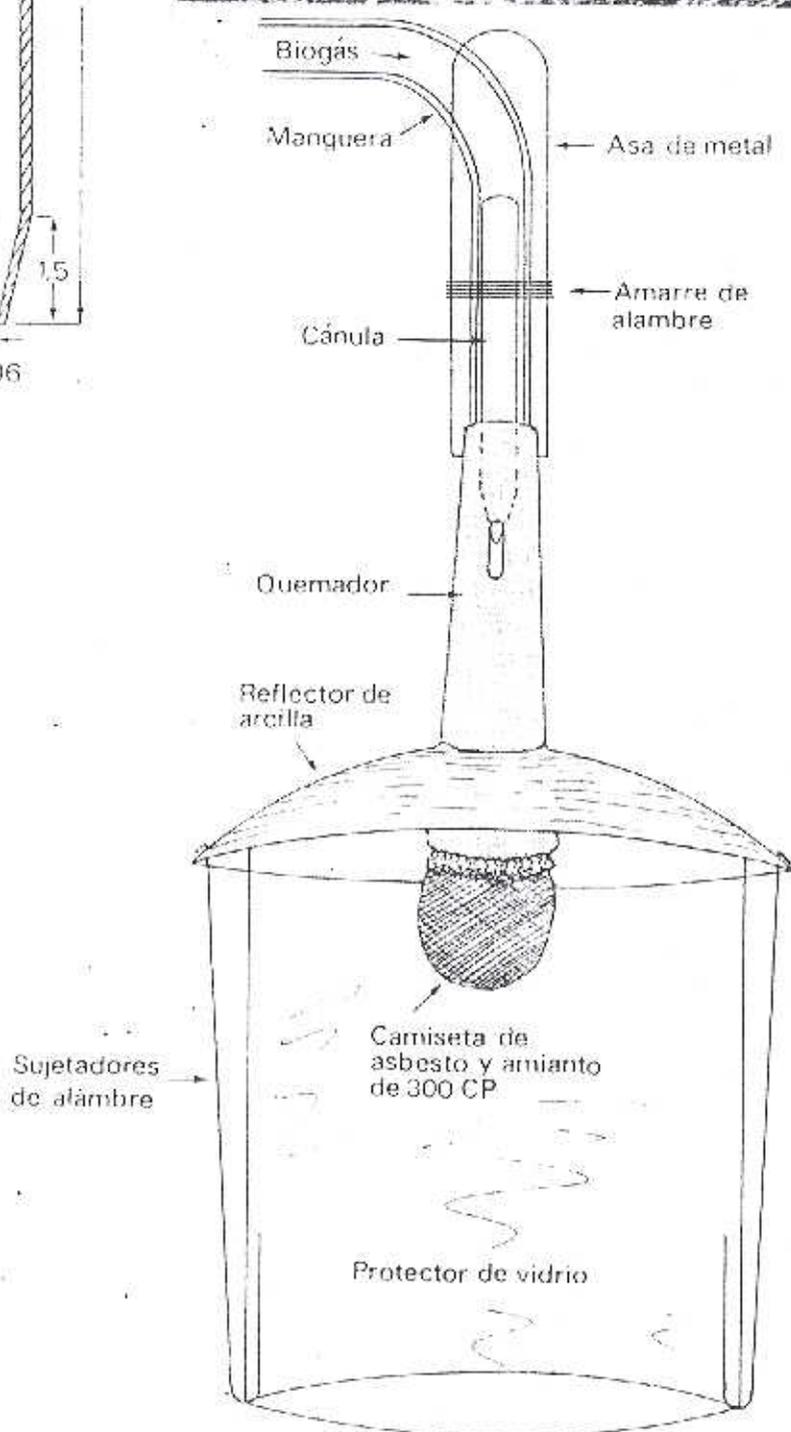
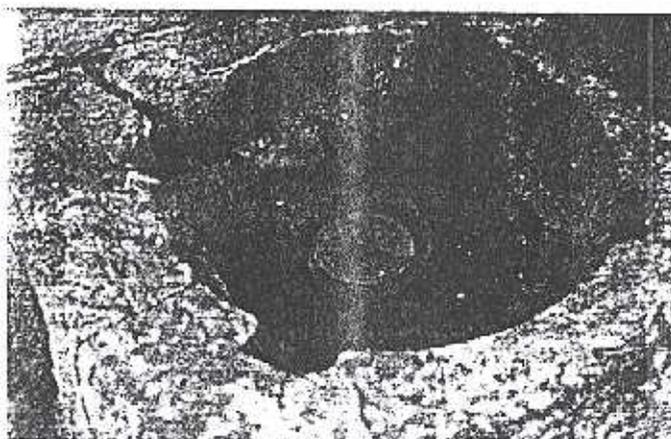
UNA LAMPARA CONSUME

0,07 m³/HORA
DE BIOGAS

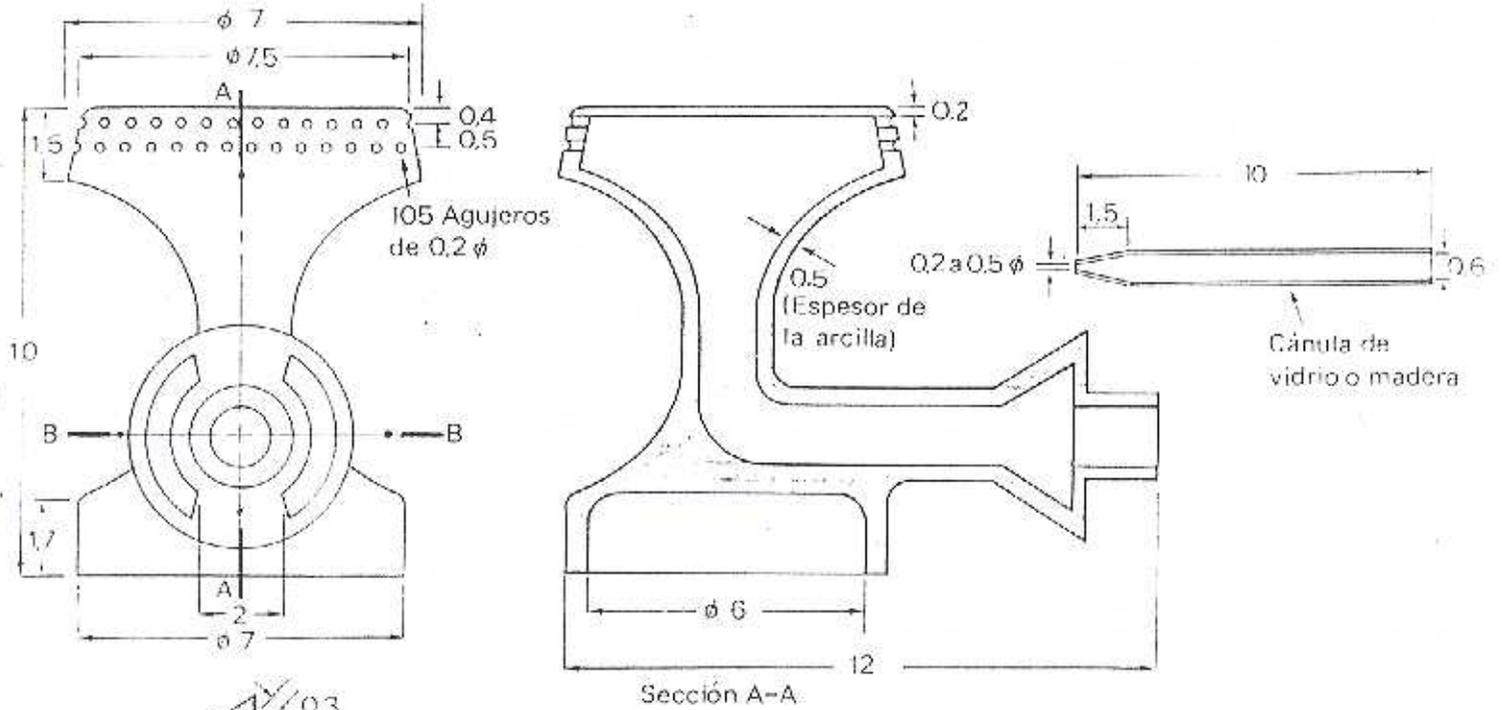
QUEMADOR DE ARCILLA



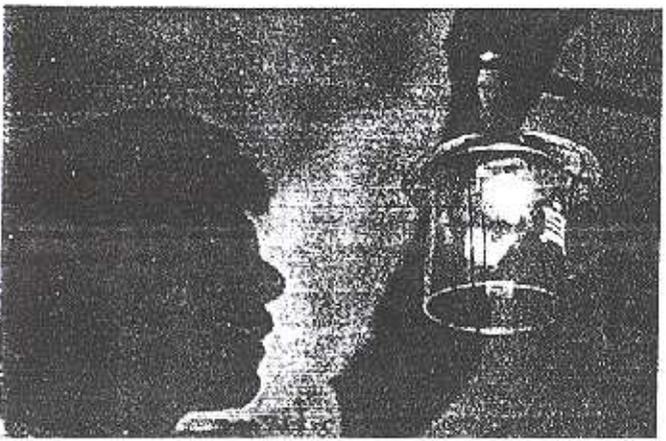
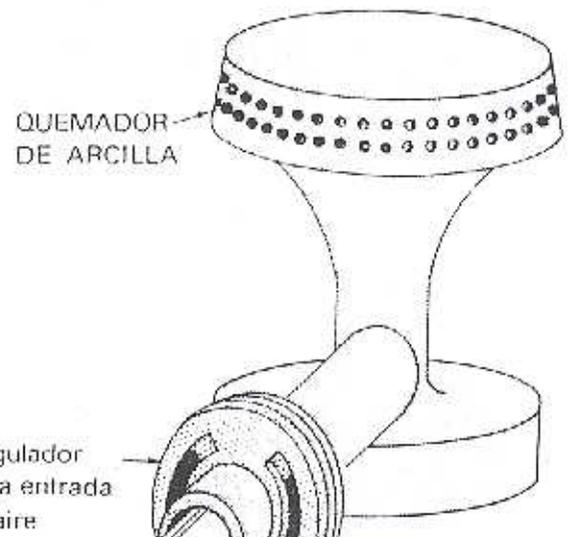
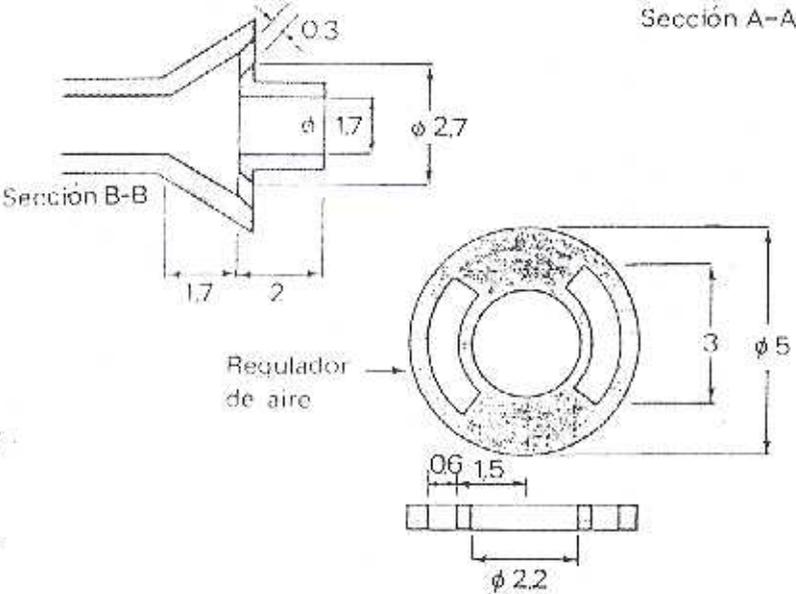
— Para las instalaciones de luz se pueden utilizar lámparas de arcilla con las dimensiones que se especifican.



— Para cocción de alimentos se pueden utilizar quemadores de arcilla similares a los mostrados en el croquis.



UN QUEMADOR DE COCINA
CONSUME 0.3 m³/HORA
DE BIOGÁS



4 OPERACION Y MANTENIMIENTO

Para poner en funcionamiento el biodigestor, es necesario alimentarlo con desechos orgánicos.

Para la primera carga (sólo para ésta) se debe mezclar estiércol animal con desechos vegetales, en las proporciones convenientes para obtener una relación carbono-nitrógeno (C/N) adecuada.

Todos los desechos contienen dentro de su composición carbono y nitrógeno. Estos elementos son el alimento que las bacterias utilizan para crecer y reproducirse. Durante el proceso de fermentación el carbono es consumido más pronto que el nitrógeno.

Cuando los materiales entran en el biodigestor deben contener 25 a 30 veces más carbono que nitrógeno (relación C/N = 25 a 30) para una mejor fermentación:

EXCESO DE	CONSECUENCIA
Carbono	Proceso lento.
Nitrógeno	Baja el poder fertilizante del bioabono.

Esta relación óptima se obtiene al combinar desechos pobres en nitrógeno con desechos ricos en nitrógeno.

A continuación se muestra una tabla con las proporciones adecuadas para diferentes tipos de desechos.

Se observará que en las zonas de clima frío se requiere mayor cantidad de desechos que en las de clima templado.

NOTA:

Si los desechos disponibles no figuran en la tabla, trátense de encontrar similitud con una de las formulaciones recomendadas, a fin de tener una idea de las cantidades a usar.

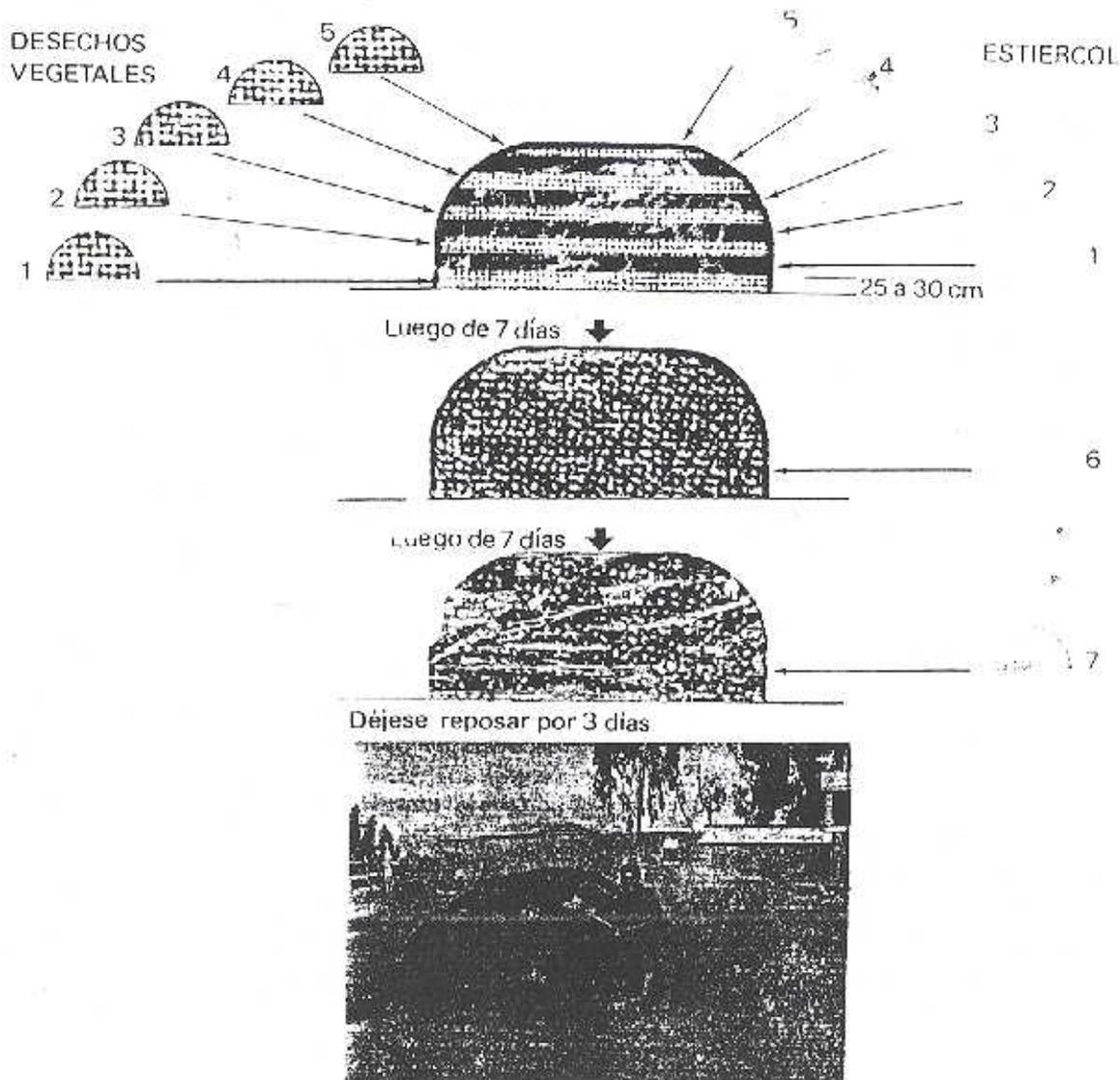
Una vez seleccionados los desechos que se van a utilizar para la primera carga, se someten a un proceso de fermentación al aire libre para eliminar la capa cerosa que cubre los residuos agrícolas. Si los materiales son introducidos en el biodigestor sin este previo tratamiento, el proceso de digestión será lento y se formará en la parte superior de la cámara de digestión una capa de nata que impedirá la formación y acumulación de biogás.

FORMULACIONES (Kg)

Estiércol de vacuno	2166	Gallinaza	332
Chala de maíz	387	Pajas de trigo	650
Estiércol de vacuno	2275	Gallinaza	141
Pajas de arroz	333	Hierbas y hojas secas	766
Estiércol de vacuno	2038	Estiércol de auquénido	377
Pajas de cebada	383	Chala de maíz	732
Estiércol de vacuno	2610	Estiércol de auquénido	342
Pajas de trigo	257	Pajas de cebada	692
Estiércol de vacuno	1714	Estiércol de auquénido	558
Hierbas y hojas secas	842	Pajas de trigo	591
Estiércol de equino	1312	Estiércol de auquénido	251
Chala de maíz	631	Hierbas y Hojas secas	1352
Estiércol de equino	1404	Porcino	1977
Pajas de arroz	470	Chala de maíz	294
Estiércol de equino	1204	Porcino	2530
Pajas de cebada	525	Paja de arroz	170
Estiércol de equino	1712	Porcino	1916
Pajas de trigo	387	Paja de cebada	205
Estiércol de equino	960	Porcino	2206
Hierbas y hojas secas	1060	Paja de trigo	122
Gallinaza	214	Porcino	2200
Chala de maíz	781	Totorales	157
Gallinaza	243	Porcino	1738
Pajas de arroz	704	Hierbas y hojas secas	491
Gallinaza	193		
Pajas de cebada	727		

PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA EL PREFERMENTADO:

- Córtese los desechos vegetales en trozos de 2 a 5 cm. y divídase en 5 partes.
- Divídase el estiércol en 7 partes.
- Tómese una parte de los desechos vegetales y extiéndase en el suelo formando una capa circular de aproximadamente 28 cms. de altura. Cúbrase esta capa con una de las partes de estiércol y agréguese agua de cal al 20/o (2 Kg. de cal por cada 100 litros de agua) humedeciendo las capas formadas.
- Repítase el procedimiento hasta completar una pila de 5 capas de residuos vegetales y 4 capas de estiércol.
- Remójese otra parte del estiércol hasta formar una masa pastosa y recubrir toda la pila. Luego se rocía con agua de cal. Agujeréese la pila para asegurar la entrada de aire.
- Al cabo de los 7 días revuélvase toda la pila hasta obtener una mezcla homogénea, y agréguese agua de cal. Apílese nuevamente. Cúbrase la pila con otra parte del estiércol rociando nuevamente con agua de cal.
- Manténgase en reposo durante otros 7 días y revuélvase de nuevo el material, repitiendo el procedimiento anterior y cubriendo la pila con la última parte del estiércol sobrante.
- Déjese en reposo durante 3 días, al cabo de los cuales se tendrá el material listo para ser introducido en el biodigestor.
- Manténgase en reposo por un periodo de 7 días. Durante este tiempo la temperatura oscilará entre 50 y 70°C permitiendo una adecuada fermentación y logrando un tratamiento antiparasitario.



ALIMENTACION DEL BIODIGESTOR:

Finalizando el proceso de prefermentación, se procede a cargar el biodigestor.

Previamente hay que proveerse de 4 cilindros (de 50 galones c/u) de "lodo activado" que se agregará al biodigestor para asegurar una rápida producción de biogás.

NOTA:

El lodo activado puede tener los siguientes orígenes: Líquidos provenientes de aguas estancadas; líquidos fecales en descomposición; líquido del lavado de las vísceras de los rumiantes; aguas servidas de los camales, o lodos provenientes de la descarga de otro biodigestor.

Agréguese por la boca de la cúpula aproximadamente 1/4 del material prefermentado y 1 cilindro de lodo activado y revuélvase añadiendo agua en cantidad suficiente para homogenizar la mezcla. Se repite este procedimiento añadiendo 1 cilindro de lodo activado por cada cuarta parte del material prefermentado.

Para concluir el proceso de alimentación, se añade agua corriente hasta alcanzar un nivel de 60 cm. por debajo de la boca de la cúpula, luego hay que añadir 200 litros de agua de cal al 20% agitando convenientemente el material hasta homogenizar la mezcla interna.

Concluida la alimentación, se procede a sellar con la tapa removible la boca de la cúpula, en la forma siguiente:

- Agréguese una capa de arcilla húmeda alrededor de la boca de la cúpula y de la tapa removible, antes de unir las.
- Déjese secar y agréguese por las ranuras que existen arcilla líquida y luego una capa de suelo-cemento pobre en la parte superior de la unión.
- Una vez seca la mezcla, agréguese agua hasta una altura de 30 cm. colocando piedras pesadas sobre la tapa. Conéctese la manguera de conducción del biogás al tubo de salida del biodigestor.

Durante los primeros días el gas no es combustible, y se recomienda dejarlo salir hacia el ambiente, hasta comprobar su combustibilidad, que por lo general se presenta entre los 4 y 7 días después del cargado.

NOTA:

Si hubiese fugas en la tapa, éstas se notarán fácilmente por el burbujeo que aparecería en la poza con agua. En este caso se debe desalojar el agua, retirar la tapa y volver a realizar los pasos anteriores con mayor cuidado, dejando que la arcilla y el suelo-cemento sellen convenientemente la tapa.

