



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DISEÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DE  
UN SISTEMA DE FOSA ANEGADA PARA EL TRATAMIENTO  
DE DESECHOS DE UNA GRANJA PORCINA

## T E S I S

Que para obtener el Título de  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

p r e s e n t a

FRANCISCO RAMON GUZMAN UNGSSON



Asesor: M.V.Z. ALEJANDRO E. SANTIBAÑEZ A.

México, D. F.

1983



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# I N D I C E

RESUMEN

INTRODUCCION 1

MATERIAL Y METODOS 13

RESULTADOS 18

DISCUSION 22

CONCLUSIONES 26

BIBLIOGRAFIA 28

## RESUMEN.

"DISEÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DE UN SISTEMA DE FOSA ANEGADA PARA EL TRATAMIENTO DE DESECHOS DE UNA GRANJA PORCINA".

AUTOR: FRANCISCO RAMON GUZMAN UNGSSON

ASESOR: M.V.Z. ALEJANDRO E. SANTIBAÑEZ ALEJANDRO.

El presente trabajo se realizó entre los meses de noviembre de 1981 y julio de 1982, en una granja porcina para 40 vientres, situada en el Km. 77.5 de la Carretera México-Cuautla en Nepantla, Estado de México.

El objetivo fue el diseñar, construir y evaluar un sistema de fosa anegada por debajo de los corrales para el tratamiento de los desechos porcinos de las áreas de servicios y gestación, crecimiento y finalización de la granja.

El diseño que se presenta es una modificación al sistema convencional de fosa anegada por debajo de los corrales para el tratamiento de los desechos porcinos, las modificaciones consisten en proporcionar pendiente al piso, redondear las uniones entre el piso y las paredes, y entre pared y pared (choflón), así como, diseñar un sistema de vaciado por gravedad para la fosa.

Los resultados obtenidos demuestran que la construcción del sistema

tema modificado de fosa anegada, es 2.03 % más caro que el sistema de fosa convencional. El costo por metro cuadrado construido de piso sólido es 85.88 % más barato que el costo por metro cuadrado construido de fosa con piso de rejilla.

Con respecto a la eficiencia de la mano de obra comparando el sistema de manejo de excretas con piso sólido contra el sistema de fosa anegada, éste último resulta ser más eficiente al disminuir el costo de producción.

Se concluye que el sistema modificado de fosa anegada, es recomendable como alternativa en el manejo de excretas en unidades de producción porcina de México.

## INTRODUCCION.

En toda unidad de producción animal, el manejo de los desechos (estiércol, orina) y otros materiales provenientes del lavado que resulten de ella, es de gran importancia para lograr una eficiente producción pecuaria (6, 12, 13, 17, 21).

Día con día los sistemas para la recolección, tratamiento y -- utilización de los desechos, van sufriendo modificaciones tendientes a una mayor eficiencia de los mismos; esto, por la necesidad de optimizar la producción, pero también por la preocupación de mantener un medio ambiente sano (agua, aire y tierra). Por otro lado, si se considera a los desechos como una fuente importante de ingresos que nos ayuden a reducir los costos de producción y no como problema, comprenderemos lo destacado de un correcto manejo de los mismos (4, 10, 14, 15, 19, 26 27, 28).

En nuestro País, el crecimiento de las manchas urbanas hacia zonas rurales y el consecuente estrangulamiento de las granjas dentro de zonas urbanas, han ocasionado graves problemas de salud pública, así como de contaminación ambiental (23).

Como consecuencia, las autoridades han elaborado normas, cada vez más estrictas, para el control de la contaminación del ambiente causado por los desechos de granjas. Estas medidas han ocasionado una situación problemática entre productor-consumidor, ya que a mayor población, existe la necesidad de una mayor producción de alimentos de origen animal; pero esto, implica el riesgo de una mayor contaminación --

por el aumento en el número de animales de las unidades de producción. (1, 11, 16, 18, 21).

En el caso de granjas porcinas, el potencial contaminante de las mismas es alto, debido a las formas o sistemas de producción cada vez más tecnificadas que implican una mayor cantidad de animales por metro cuadrado construido, y por lo tanto, una mayor cantidad de desechos siendo de especial importancia el adecuado manejo de los mismos (2, 29)

Para seleccionar y diseñar un adecuado sistema para el manejo de heces, orina y otros materiales de desperdicio, debemos tener en consideración los siguientes factores:

- a) Capital disponible.
- b) Tipo de granja.
- c) Sistema de producción.
- d) Clima de la zona.
- e) Facilidad de manejo del sistema para desechos.
- f) Mano de obra (disponibilidad y capacitación).
- g) Uso potencial de los desechos.
- h) Rapidez, economía y eficiencia en la construcción.
- i) Confort para el animal.
- j) Control de contaminación del ambiente.
- k) Control de enfermedades (25, 26).

Existen tres formas básicas para la remoción y manejo de los desechos en granjas porcinas (Cuadros 1 y 2) (17, 21).

- 1) En forma sólida.
- 2) En forma semisólida.
- 3) En forma líquida.

En la forma sólida se maneja el estiércol (parte sólida de los desechos) por separado de los líquidos, mandándose a estercoleros o fosos de fermentación posteriormente.

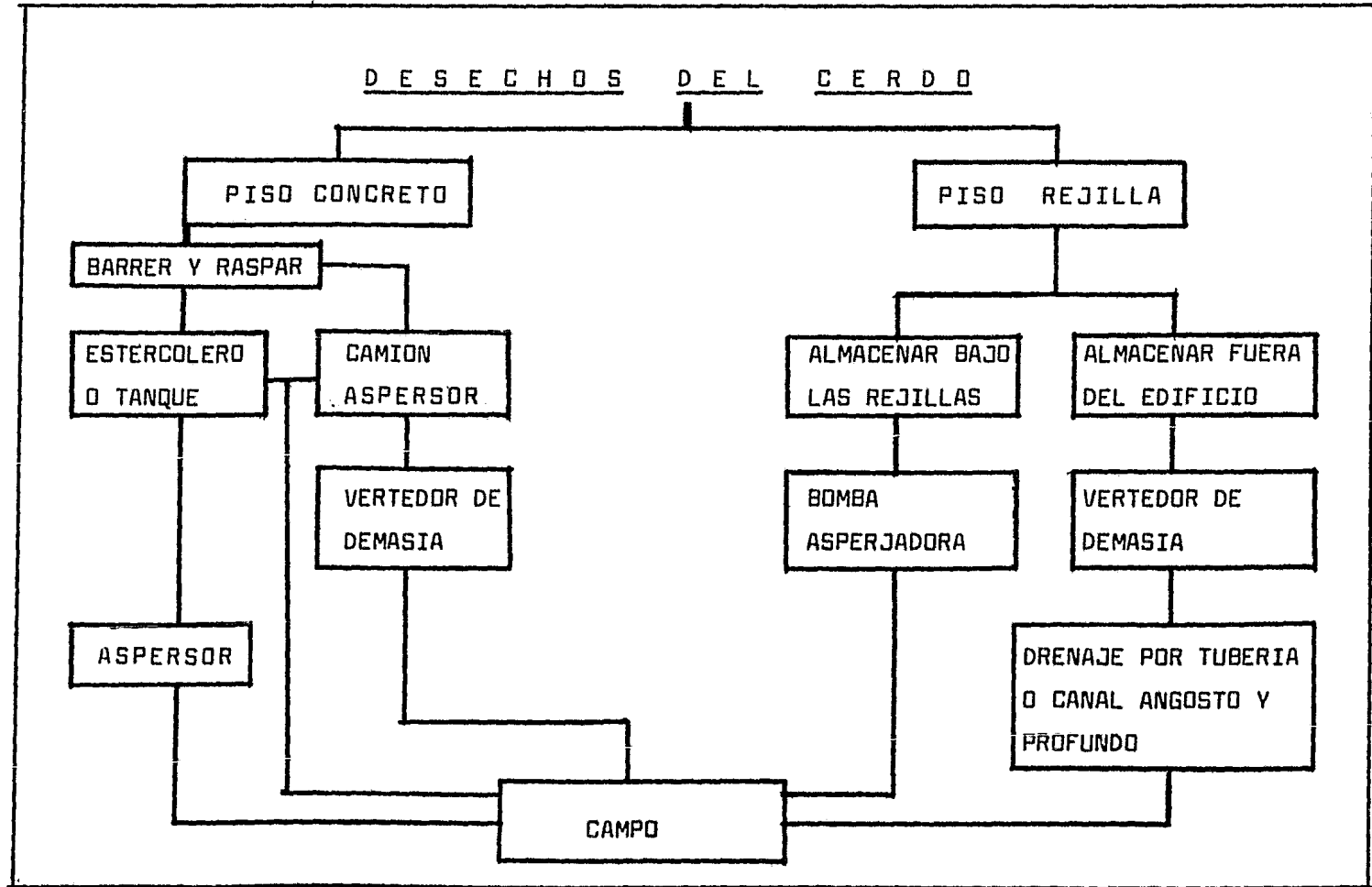
La forma líquida implica la remoción de los desechos, mediante cualquier sistema de lavado, para su posterior depósito en lagunas de fermentación.

Por último el manejo en forma semisólida, implica la utilización de fosas por debajo o a un lado de los corrales, donde con la adición de una mínima cantidad de agua, se formará una pasta de los desechos, para ser removidos posteriormente hacia las fosas de desecación o directamente al campo. (2, 10, 14, 17, 20, 21).

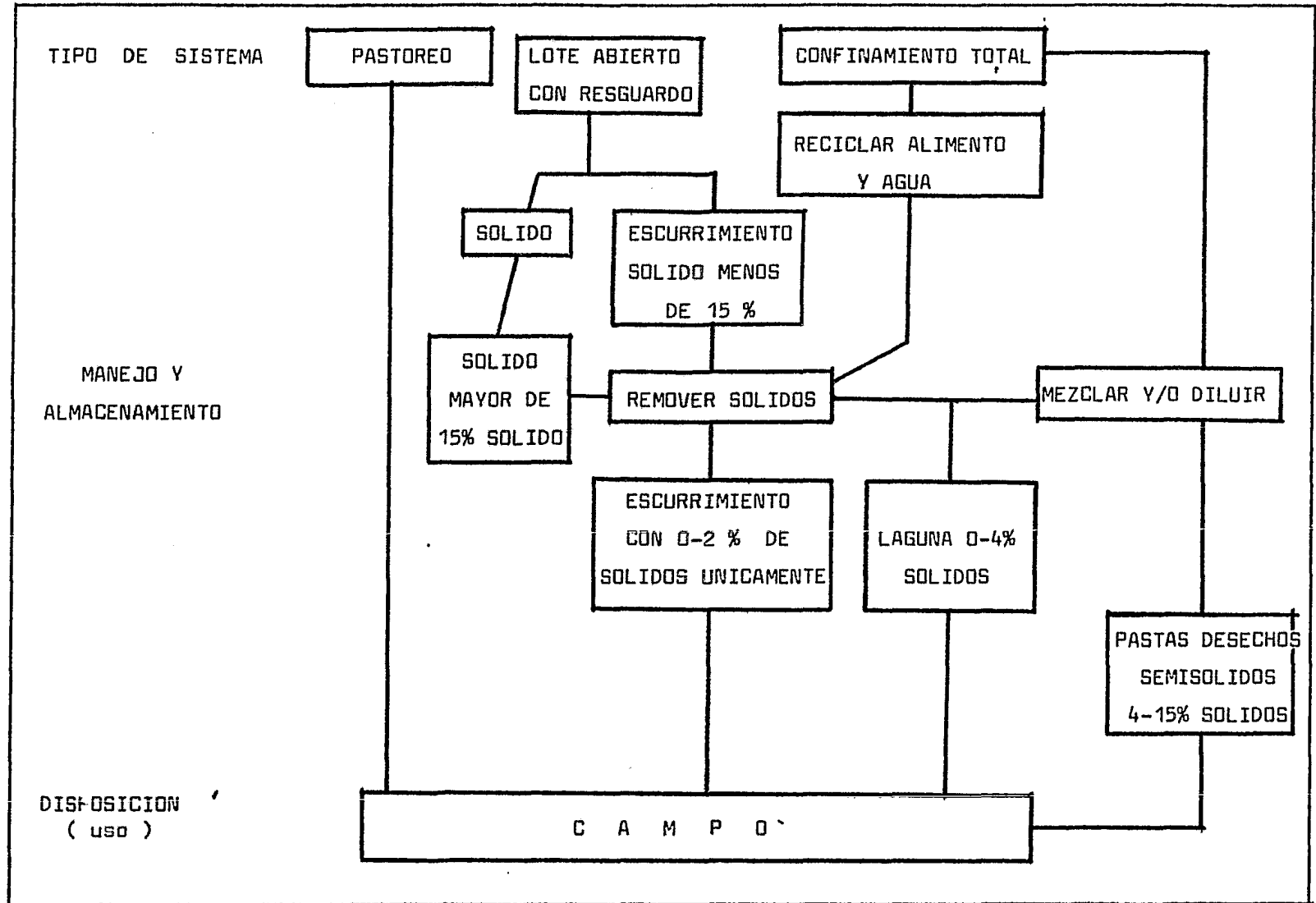
Con respecto a las especificaciones para la construcción, costo y uso del sistema de manejo de desechos en forma semisólida o por fosa-anegada, la información proviene únicamente de fuentes extranjeras, no encontrándose datos nacionales sobre ello pues sólo se menciona como una alternativa para el manejo de los desechos. (5, 7, 8, 12, 17, 22, - 24, 25).



C U A D R O N o . 1  
SISTEMAS DE ELIMINACION DE DESECHOS DE GRANJAS PORCINAS



SISTEMAS DE ELIMINACION DE DESECHOS DE GRANJAS PORCINAS



## CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE FOSA ANEGADA PARA EL TRATAMIENTO DE DESECHOS DE GRANJAS PORCINAS.

El principio bajo el cual funciona la fosa anegada es el siguiente:

Los compuestos orgánicos provenientes de las heces y orina son degradados y transformados, por bacterias anaeróbicas, en compuestos orgánicos simples como ácidos y alcoholes, desprendiéndose durante el proceso gases como el metano y el bióxido de carbono. Además de los compuestos mencionados se producen gran cantidad de elementos fertilizantes de gran importancia para el suelo, como el nitrógeno, fosfato y potasio; éstos últimos compuestos constituyen un 50 % del total de los elementos aprovechables de una fosa, por lo que el uso de las excretas como fertilizantes en tierras de cultivo es uno de los principales beneficios de este sistema.

Debido al tipo de fermentación (anaeróbica) que se lleva a cabo en las fosas, los climas fríos afectan la funcionalidad del sistema, por lo que se recomienda el uso de fosas anegadas en climas cuyo promedio de temperatura oscile entre los 15 y los 28 grados centígrados; -- por lo que es un sistema ampliamente recomendado en climas cálidos, -- pues el frío puede provocar, incluso, una nula actividad bacteriana y -- con ello un mal funcionamiento del sistema (2, 3, 5, 11, 14, 22).

### TIPOS DE FOSA ANEGADA PARA EL TRATAMIENTO DE DESECHOS

Actualmente existen dos tipos de fosa anegada:

- Fuera de los edificios para los animales.
- Dentro de los edificios para los animales.

En el primer sistema la fosa se construye por fuera del edificio que alberga los corrales de los cerdos; estos corrales son de piso sólido el cual debe tener una pendiente hacia la fosa, la que se localiza a todo lo largo del edificio. (Figuras 1 y 2).

En el sistema de fosa por dentro de los edificios, es necesario la utilización de corrales con piso total o parcialmente enrejillado, por debajo de los cuales se localiza la fosa anegada. Existen dos variantes de este tipo de sistema: fosas para corrales totalmente enrejillados y fosas para corrales parcialmente enrejillados. (Figuras 3, 4 y 5) (5, 12, 22).

#### FACTORES QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE LA FOSA

Independientemente del tipo de fosa anegada a utilizar, los factores que determinan su capacidad son los siguientes:

- a) Número de animales confinados.
- b) Disponibilidad de terreno para construir las fosas de desecación de los desechos resultantes.
- c) Existencia de una relación entre cantidad de terreno a fertilizar y calendario de fertilización, si los desechos van a ser utilizados para tal fin. (12, 26).

Para calcular la capacidad de la fosa, Robertson (22) menciona la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l} \text{Volumen total} \\ \text{de almacenaje} \\ \text{(capacidad en m}^3\text{)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Producción} \\ \text{diaria de} \\ \text{excremento} \\ \text{(en m}^3\text{)} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Número de} \\ \text{animales} \\ \text{confinados} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Periodo de} \\ \text{confinamiento} \\ \text{de los anima-} \\ \text{les.} \end{array}$$

A partir de esta fórmula, recomienda el ancho y profundidad de la fosa dependiendo el tiempo de almacenaje deseado. (Cuadro No. 3).

FIG. 1

Planta general y corte de un edificio de corrales para cerdos con fosa anegada por fuera del edificio. ( 2 2 )

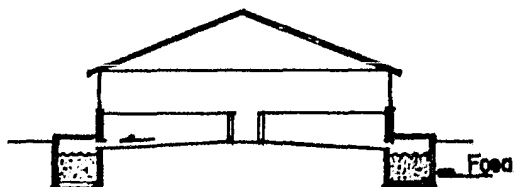
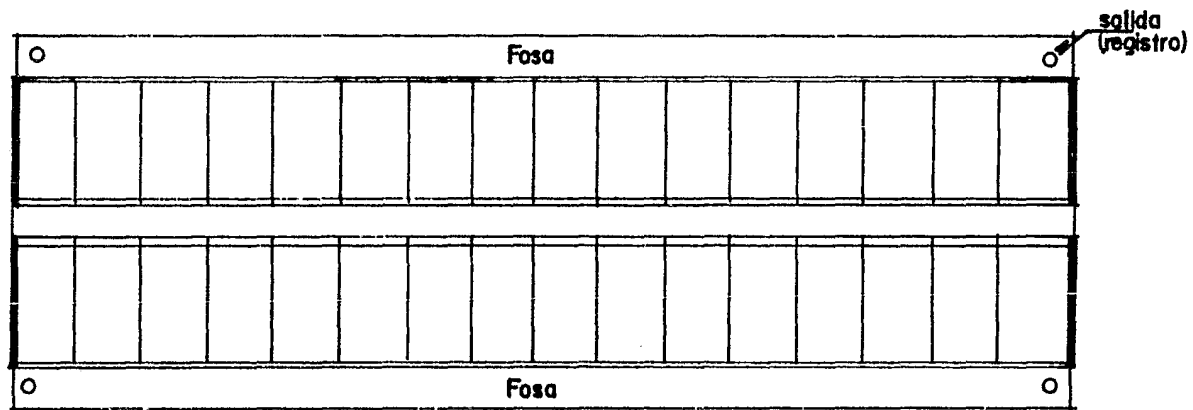


FIG. 2

Detalle del corte de un corral para cerdos con fosa anegada por fuera del edificio. (22)

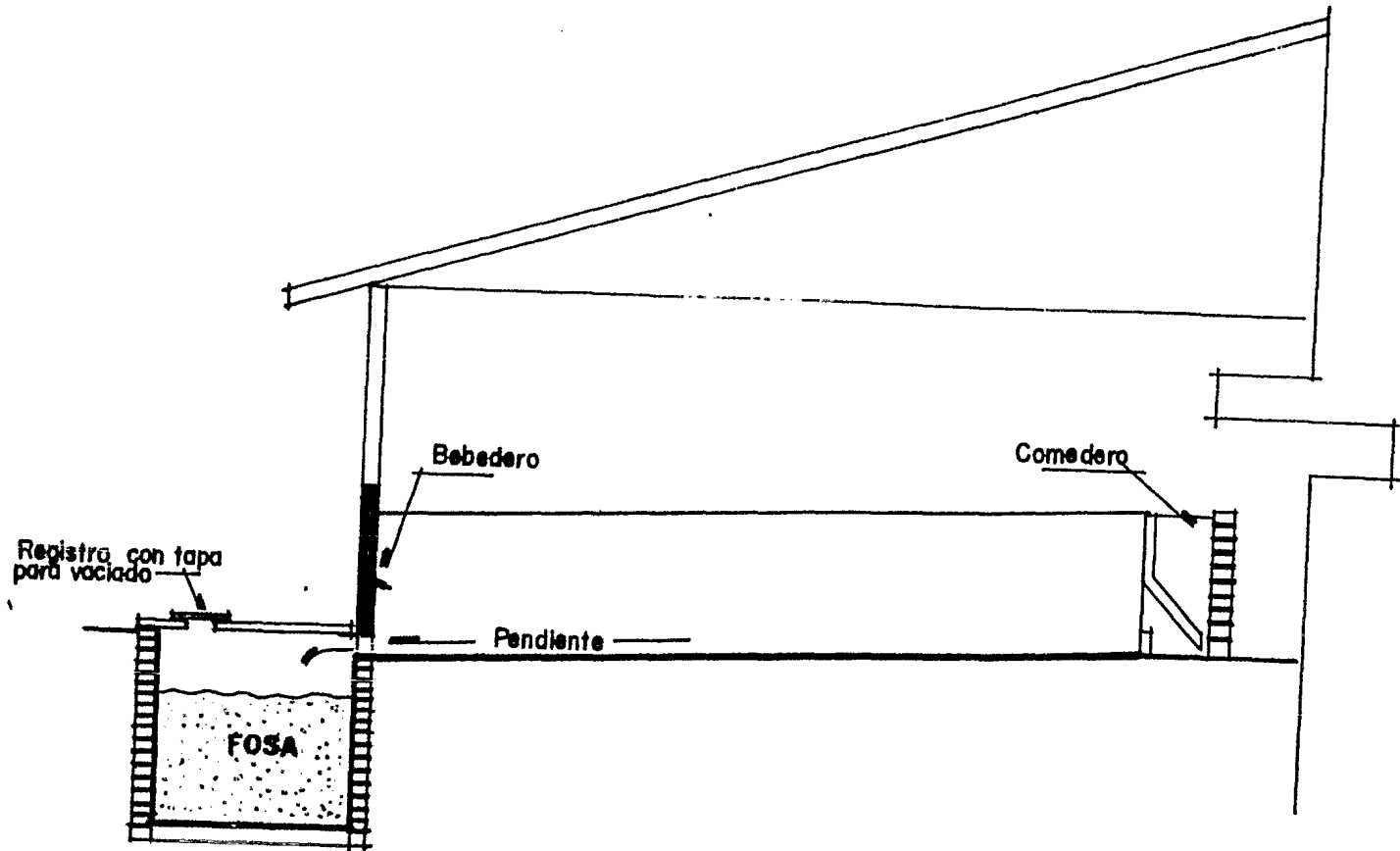


FIG. 3

Planta general y corte de un edificio de corrales para cerdos con fosa anegada por debajo de los corrales con piso parcialmente enrejillado. ( 22 )

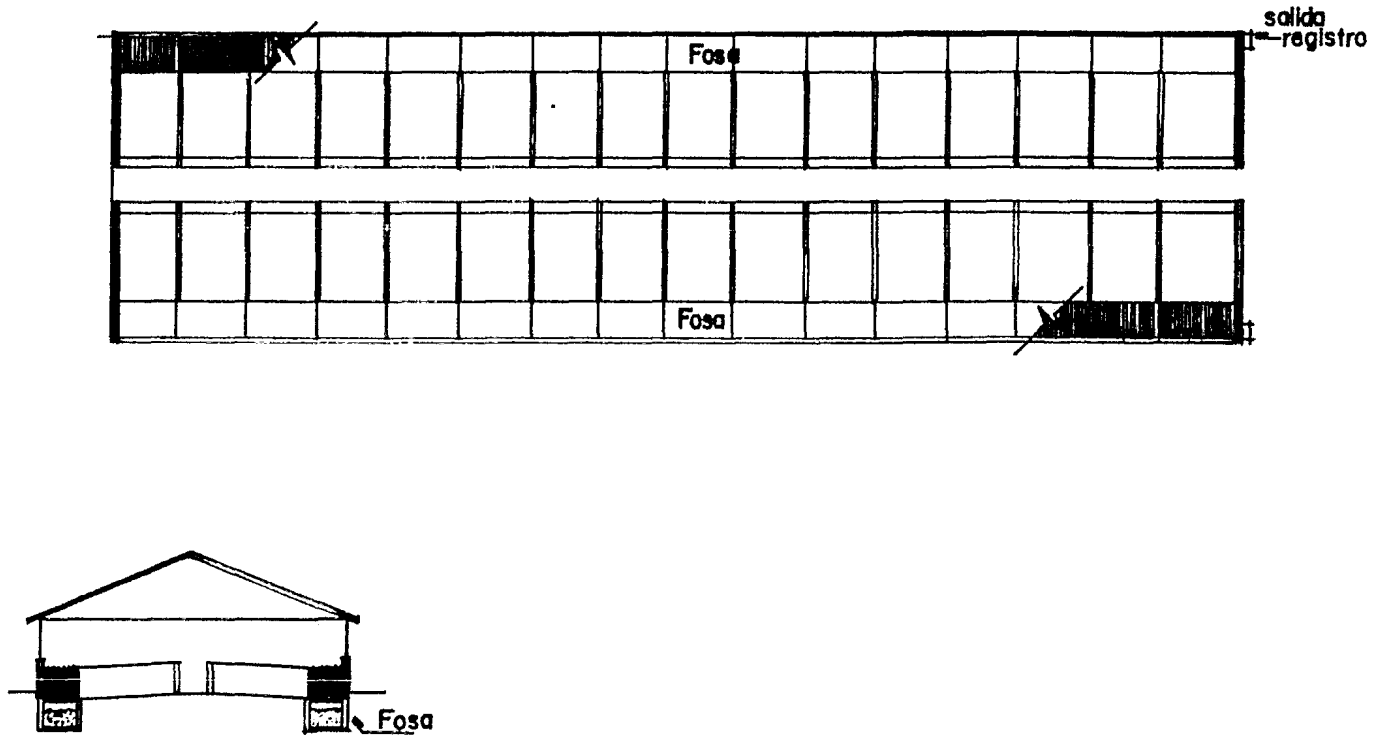


FIG. 4

Detalle del corte de un corral para cerdos con fosa anegada por abajo del piso parcialmente enrejillado. ( 22 )

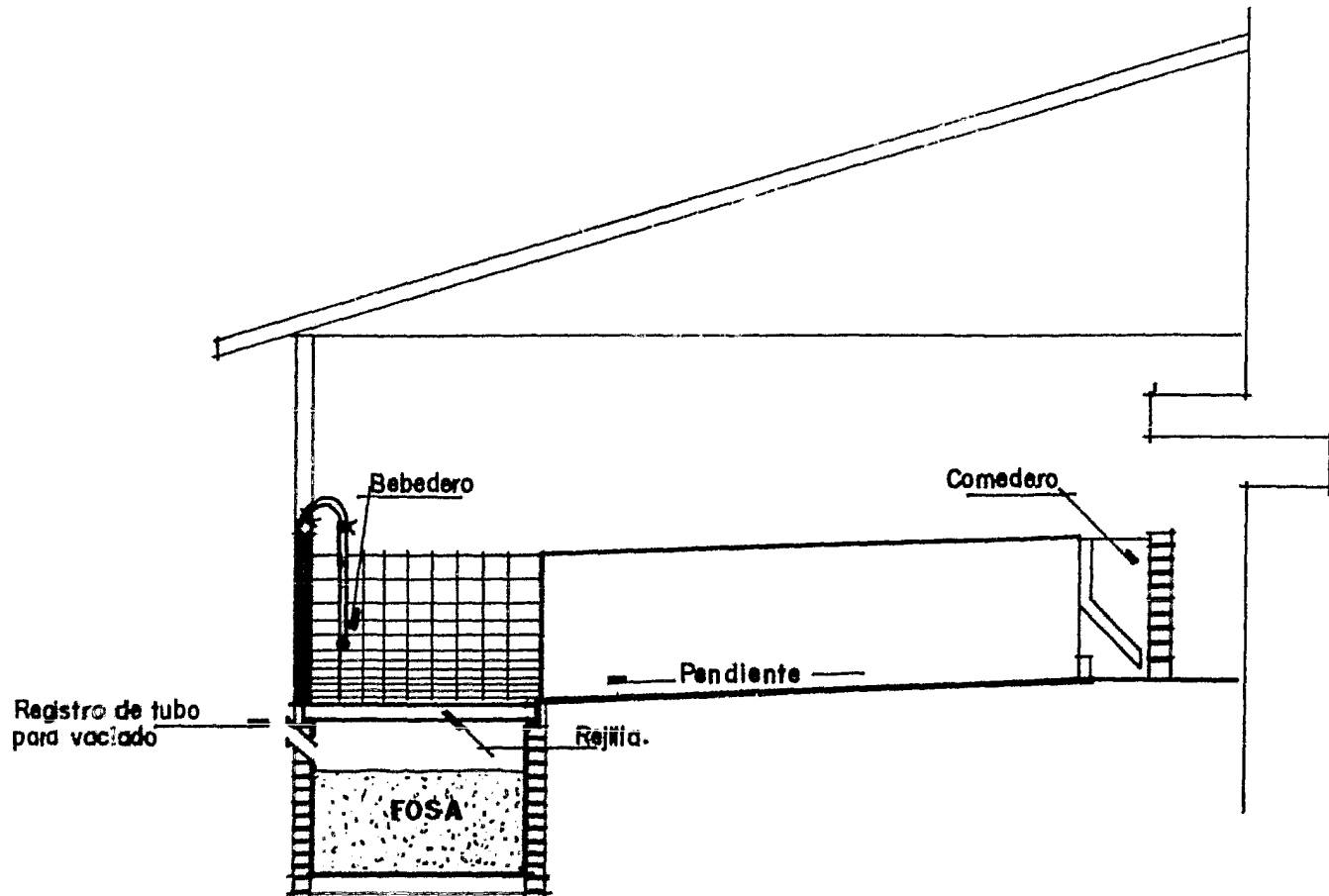
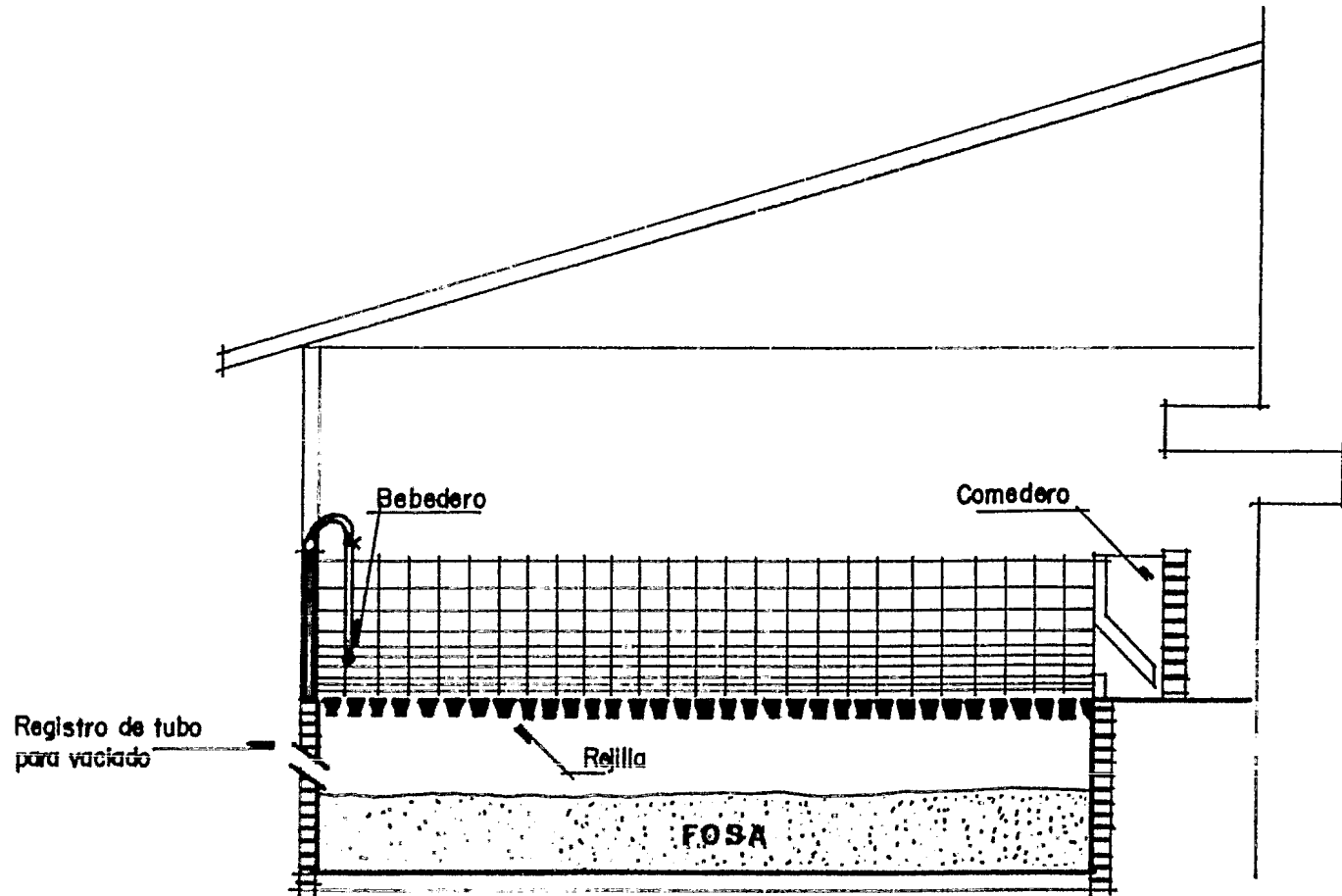




FIG. 5

Detalle del corte de un corral para cerdos con fosa anegada por abajo del piso totalmente enrejillado. ( 22 ).



## CUADRO No. 3

PROFUNDIDAD DE FOSAS ANEGADAS DEPENDIENDO EL TIEMPO DE ALMACENAJE

TIPO DE ALMACENAMIENTO ( meses )	PROFUNDIDAD REQUERIDA DE CANAL	
	Canal con 1.12 m. de ancho (1)	Canal con 2.24 m. de ancho (2)
1	0.21	0.13
2	0.43	0.26
3	0.64	0.38
4	0.90	0.51
5	1.12	0.64
6	1.34	0.77

(1) Parcialmente enrejillado  
(2) Totalmente enrejillado.

El Midwest Plan Service (5) recomienda utilizar la fórmula -- siguiente para el cálculo de capacidad de una fosa:

$$\begin{aligned}
 \text{Capacidad de almacenamiento} &= \text{Número de animales} \times \text{Producción diaria de excretas} \times \text{Tiempo de almacenamiento en días} \\
 &+ \text{Agua de limpieza y agua extra} + \text{Bordes libres de fosa}
 \end{aligned}$$

La anterior fórmula es similar a la citada por el North Central Regional Research Publication (7).

$$S = ( N \times DP \times D ) + \text{Agua de dilución}$$

Donde:

S = Volumen de almacenamiento requerido

N = Número de animales

DP = Volumen de excreta producido por animal al día  
 D = Días de almacenamiento.

La diferencia entre la segunda y la tercera fórmula, es que la última no toma en cuenta los bordes libres de la fosa.

#### MANEJO DEL SISTEMA DE FOSA ANEGADA

El manejo de fosas por dentro o fuera de los edificios és similar y deben seguirse los siguientes pasos:

1.- Una vez terminada la construcción de una fosa, debe procederse a la limpieza perfecta de la misma, retirando cualquier objeto que se encuentre en su interior (piedras, alambres, ladrillos, palos, cemento, grava y otros), pues la excreta se -- adhiere y acumula alrededor provocando taponamientos, lo que - ocasiona un funcionamiento deficiente del sistema.

2.- Debe agregarse a la fosa una capa de agua de 10 a 15 cm. de altura, para que al recibir las deyecciones forme una pasta semisólida que inicia el proceso de fermentación.

3.- Es recomendable mover la pasta de desechos y agua perió-- dicamente para evitar que se adhieran a las paredes de la fosa y lograr una homogenización del desecho, para un mejor trata-- miento.

Al realizar el anterior manejo, hay que recordar que se des--- prenden gases que puedan ser nocivos, tanto para los animales-- como para los humanos; por lo que debe tenerse una adecuada - ventilación de los locales.

4.- El vaciado de la fosa se realiza mediante equipo de bombeo mecánico, accionado por energía eléctrica o por motores de com bustión interna.

El desecho resultante de la fosa puede ser vertido directamente al campo mediante sistemas de irrigación por aspersión, o a -- través de tanques cisterna.

## COSTOS DE INSTALACION DEL SISTEMA DE FOSA ANEGADA

La literatura en general, no menciona los costos por concepto de instalación del sistema de fosa anegada; Sutton (26) comparando seis sistemas diferentes de manejo de excretas, menciona que el sistema de fosa anegada parcialmente enrejillado es más barato que el totalmente enrejillado; pero que es más caro que los sistemas que utilizan tanque de lavado o limpieza manual. (Cuadro No. 4).

CUADRO No. 4

## COSTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DE EXCRETAS \*

Costo de manejo de excretas	Costo de inversión por animal	Porcentaje	Diferencia de Porcentaje
Totalmente enrejillado	56.10	100 %	
Fosa oxidación	53.85	95.98 %	4.02 %
Parcialmente enrejillado (fosa anegada)	45.77	81.58 %	18.42 %
Parcialmente enrejillado (canal poco profundo)	32.07	57.16 %	42.84 %
Parcialmente enrejillado (con tanque de lavado)	31.31	55.81 %	44.19 %
Canal abierto con sistema de lavado por golpe de agua	25.75	45.90 %	54.1 %
Piso sólido con frente abierto	27.20	48.48 %	51.52 %

\* Modificado de Sutton (26) (1976).

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE FOSA ANEGADA ...

## VENTAJAS:

- Se requiere de poco manejo y mano de obra.
- Se minimiza el uso de agua para limpieza de corrales.
- Ahorro de terreno para fosas de fermentación, pues bajo los corrales se almacenan los desechos.
- Aprovechamiento de los desechos directamente como fertilizante.
- En fosas bien manejadas no existen problemas con moscas o malos olores.
- Mínimo gasto por mantenimiento.
- Se minimizan los problemas de contaminación de agua.
- Cerdos limpios.

## DESVENTAJAS:

- Producción de gas y malos olores si no se maneja bien.
- Alto costo de inversión inicial comparado con sistemas de drenaje manual o por canaletas.
- Equipo adicional para el vaciado.
- Almacenamiento limitado de desechos.
- Limitado su uso a climas cálidos.
- Problemas respiratorios si no se maneja bien.

#### OBJETIVO DEL TRABAJO.

El objetivo del presente trabajo es diseñar, construir y evaluar un sistema de fosa anegada por debajo de los corrales - para el tratamiento de desechos en una granja porcina de 40-vientres, situada en Nepantla, Estado de México.

## MATERIAL Y METODOS.

Para la realización del presente trabajo, se diseñó y construyó para su evaluación, un sistema de fosa anegada por debajo de los corrales para el tratamiento de los desechos de las áreas de servicios y gestación, crecimiento y finalización de una unidad de producción porcina para 40 vientres, situada en el Km. 77.5 de la Carretera México- --- Cuautla en Nepantla, Estado de México.

### DISEÑO DEL SISTEMA

El diseño que se realizó para la construcción del sistema de fosa anegada, es una modificación al sistema convencional mencionado -- por Concellón (12), Midwest Plan Service (5), Robertson (22) y Sutton - (26); el cual fue descrito con anterioridad.

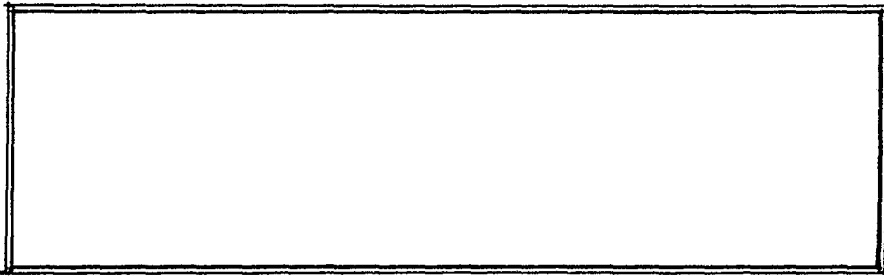
Las modificaciones realizadas se describen a continuación:

1. Se proporcionó una pendiente del 2% al piso de la fosa, la -- cual lleva una dirección hacia el centro de la misma (Figuras 6 y 7). Esta pendiente se realizó con el fin de lograr un mejor vaciado de la fosa, al evitar rezago de sólidos.
2. Las uniones entre el piso y las paredes y entre pared y pared, fueron redondeadas (Choflón, Figuras 6 y 7), para evitar que -- los sólidos acumulados en la fosa se adhieran en los esqueros.

FIG. 6

Modificaciones al sistema de fosa anegada convencional.  
Detalles de chaflán y pendiente del piso. (Planta)

SISTEMA CONVENCIONAL.



SISTEMA MODIFICADO

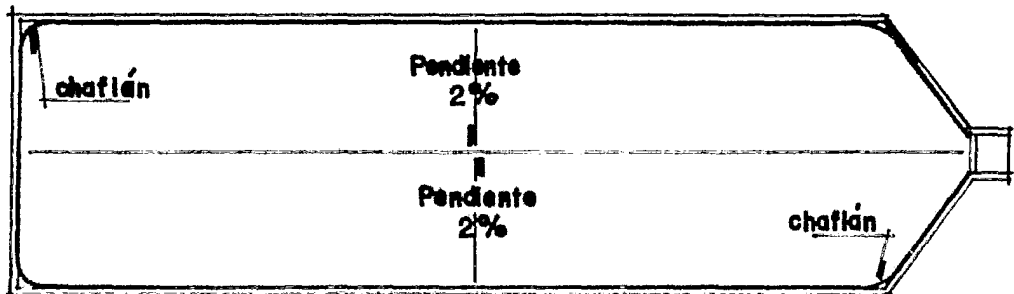
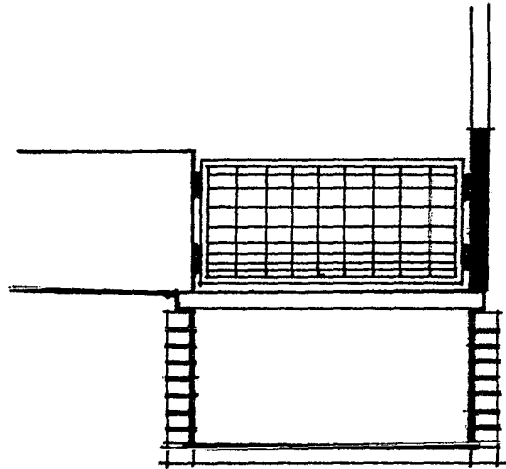




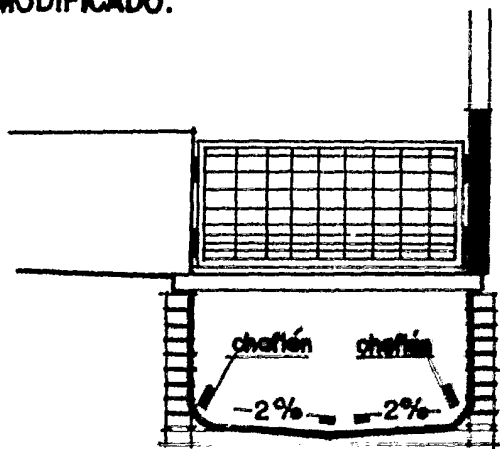
FIG. 7

Modificaciones al sistema de fosa anegada convencional.  
Detalles de chafón y pendiente del piso. (Corte).

SISTEMA CONVENCIONAL.



SISTEMA MODIFICADO.



Con lo anterior, también se busca evitar el rezago de sólidos al momento del vaciado.

3. El sistema para el vaciado de los desechos de la fosa, se diseñó para que se realice por gravedad, mediante un sistema de compuerta o guillotina. Este consiste en una extensión de la fosa hacia afuera del edificio, la que termina en un registro que une a la fosa con la red de drenaje general. (Figuras 8 y 9).

La compuerta o guillotina se localiza entre la fosa y el registro, y cierra la salida del drenaje de la fosa; esta salida se localiza en la parte baja de la fosa y se comunica con el registro.

En la parte divisoria entre la fosa y el registro, se encuentra un rebosadero o vertedor para líquidos, los cuales van al drenaje general; en esta pared es donde se fija también la compuerta de cierre. (Figuras 8 y 9).

#### CONSTRUCCION DEL SISTEMA

Para el área de servicios y gestación se construyó una fosa de 10.30 m. de largo por 2.40 m. de ancho y 1.20 m. de profundidad (Figura Plano área de servicios y gestación), la profundidad de la fosa se determinó con base en la información dada por Robertson (22) para un almacenaje de 5-6 meses. El total de metros cuadrados construídos fue de 24.72 de fosa y 2.88 de registro.

Para las áreas de crecimiento y finalización se construyeron dos fosas similares de 41 m. de largo por 1.70 m. de ancho y 1 m. de profundidad (Figura Plano área de crecimiento y finalización), la profundidad se determinó también en base al cuadro dado por Robertson (22) para un almacenamiento de 4-5 meses. El total de metros cuadrados construídos fue de 69.70 por fosa y 1.44 de registro.

FIG. 8

Detalle del registro de drenaje. (Planta).

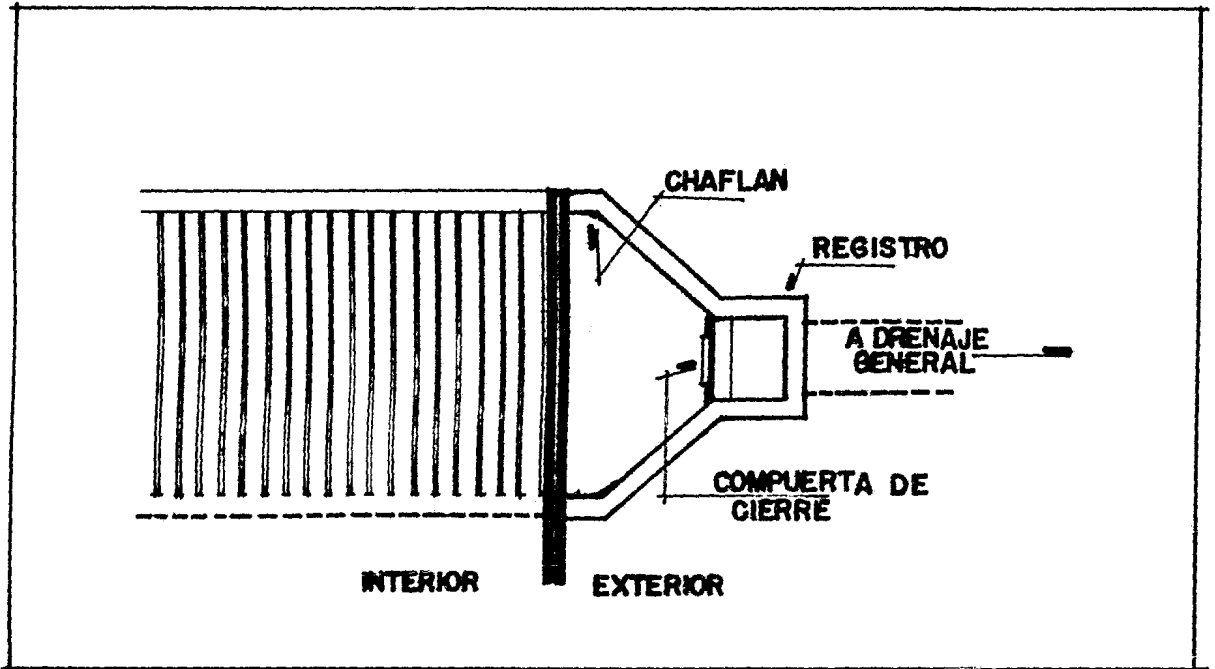
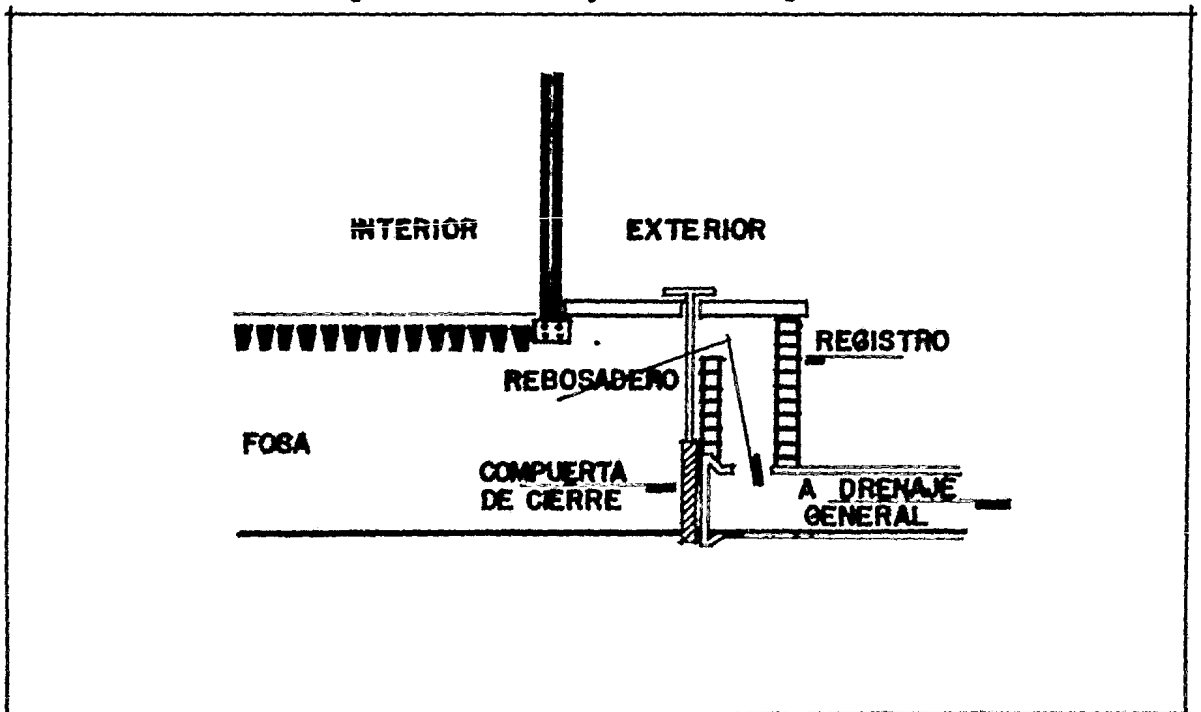
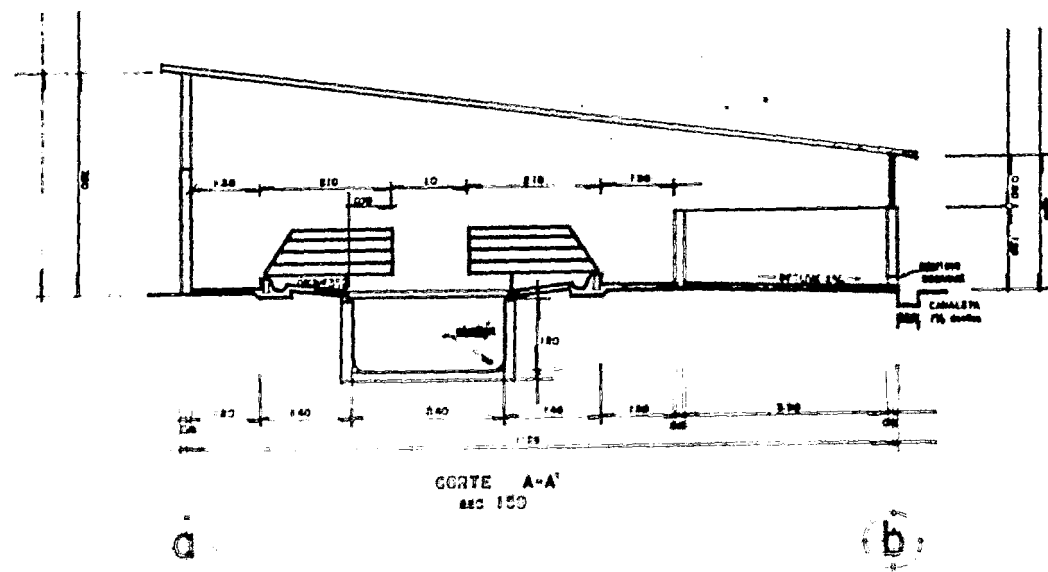
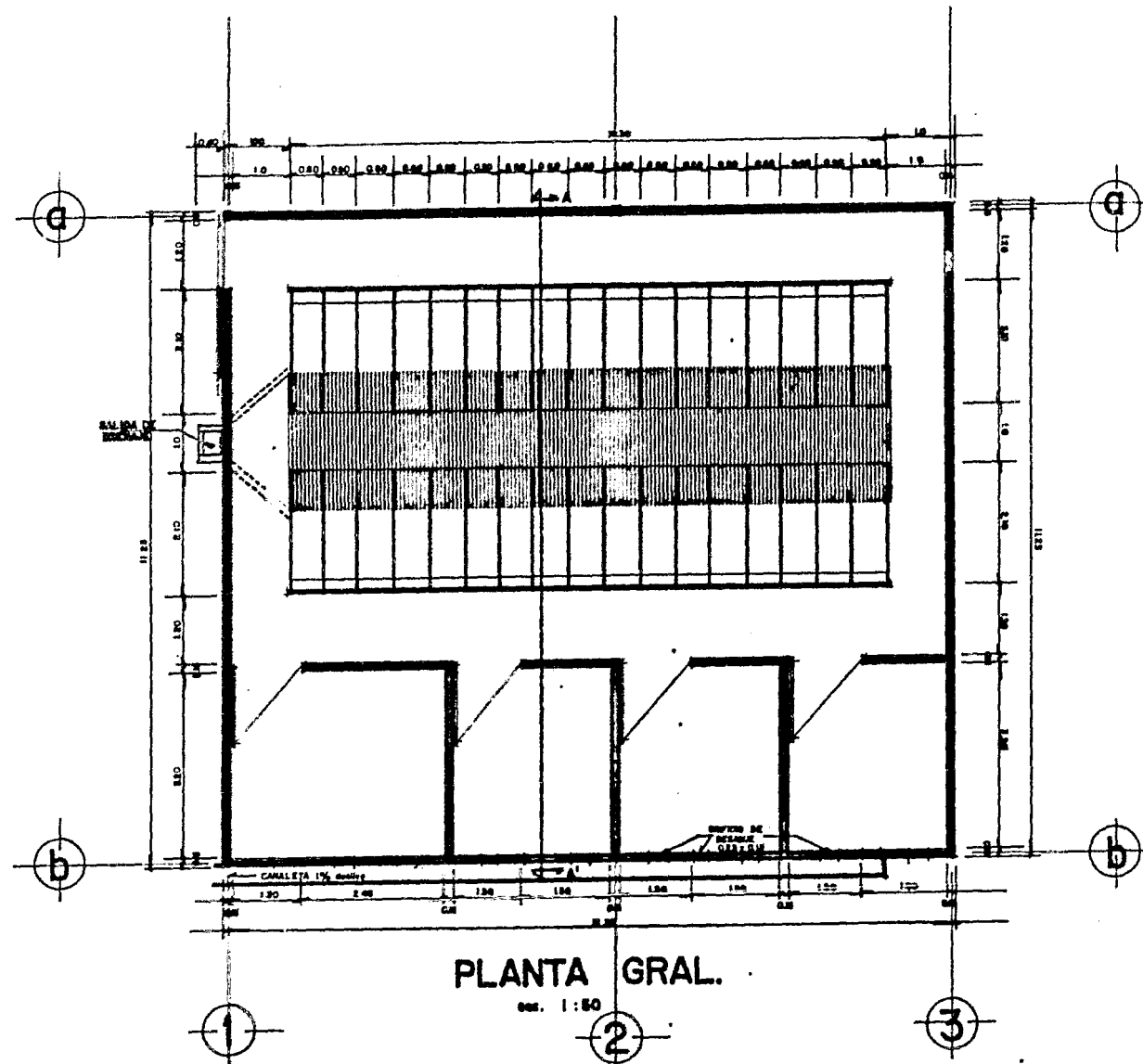


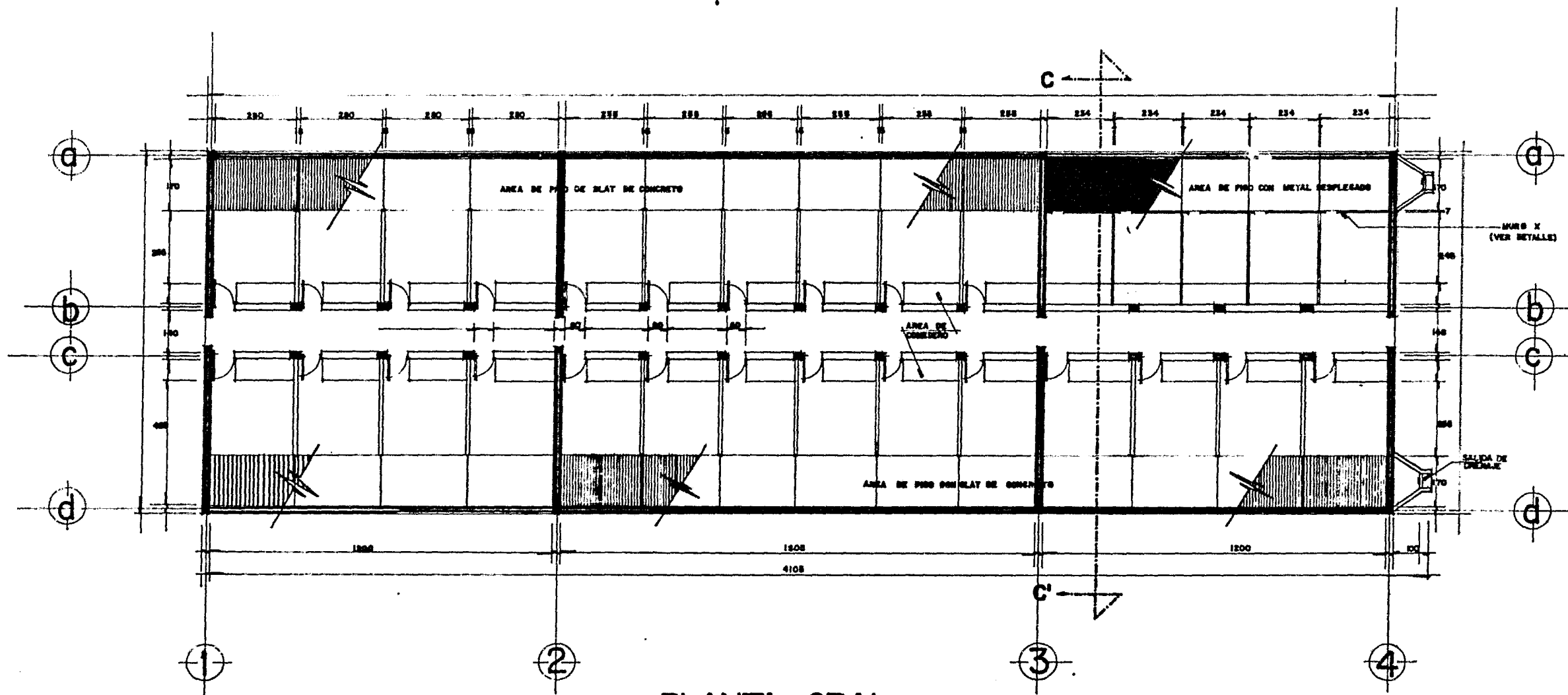
FIG. 9

Detalle del registro de drenaje. (Corte longitudinal).



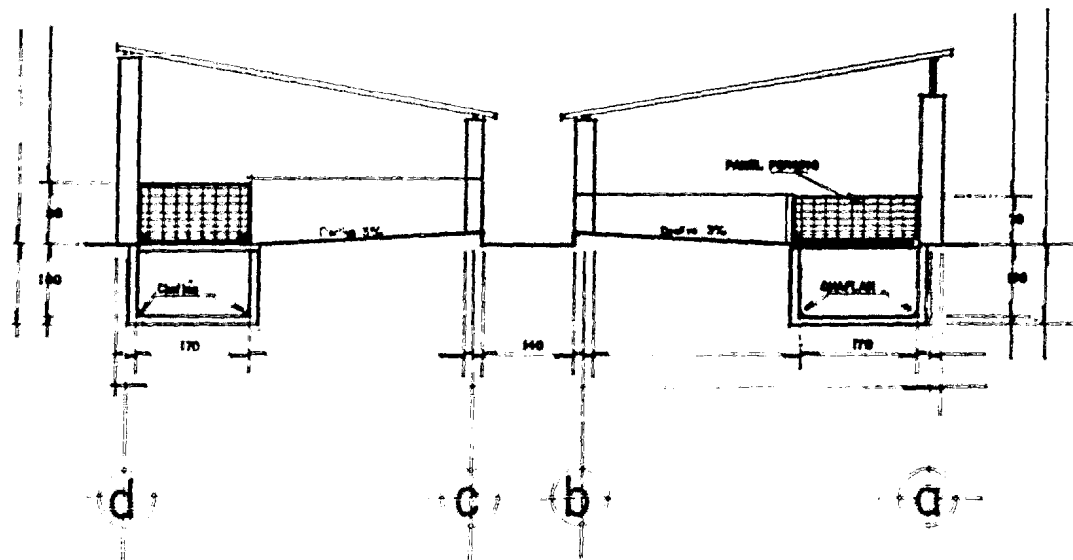


AREA SERVICIOS Y GESTACION

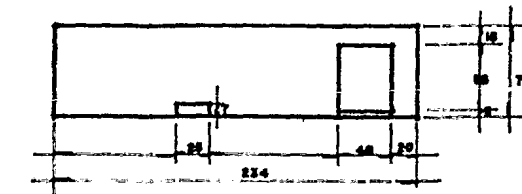


PLANTA GRAL.  
ESC. 1:75

NOTA:  
LAS MEDIDAS NO ESPECIFICADAS CORRESPONDEN  
A LAS CONSTRUCCIONES EXISTENTES.

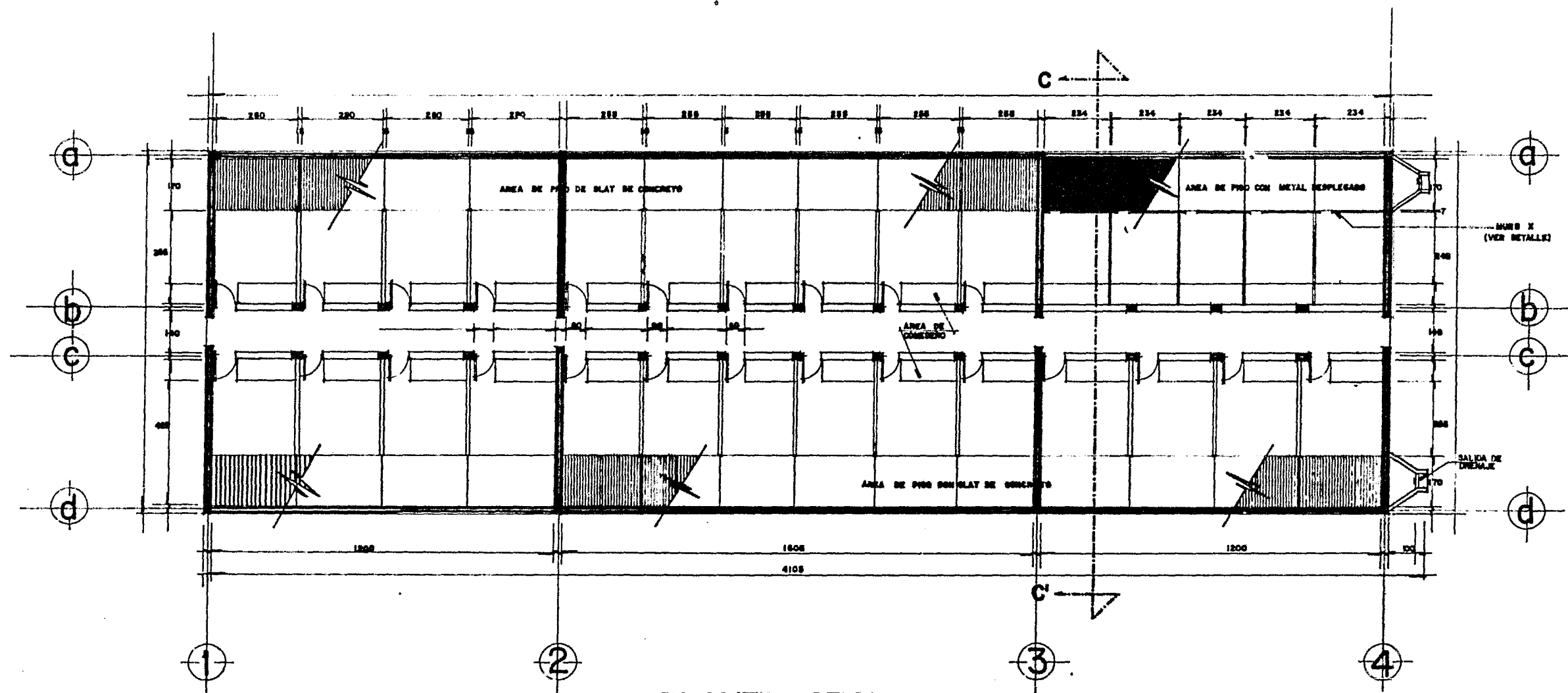


CORTE C-C'  
ESC. 1:50



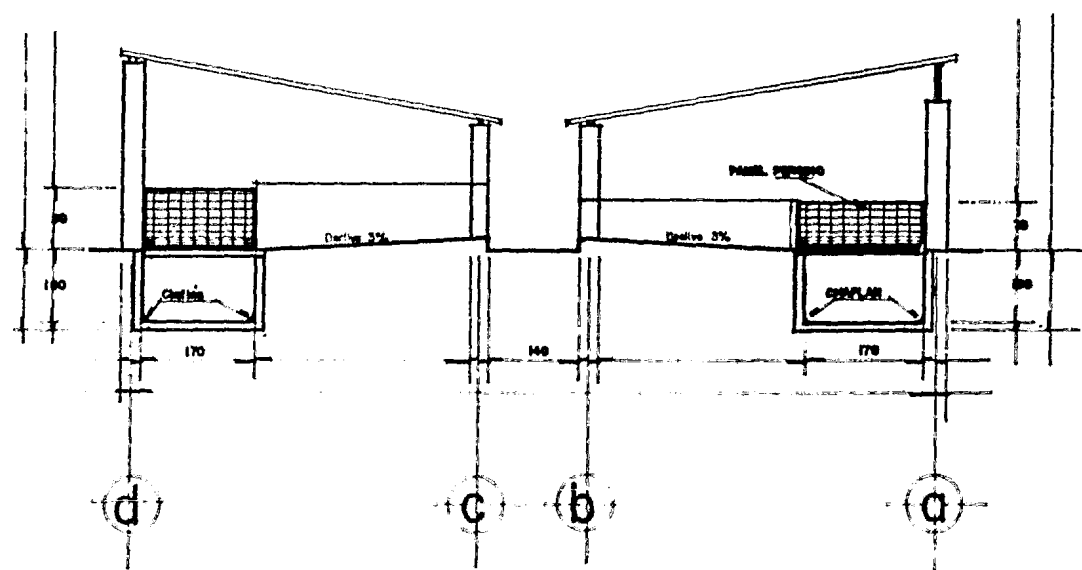
DETALLE MURO "X"  
ESC. 1:25

AREA CRECIMIENTO-FINALIZACION.

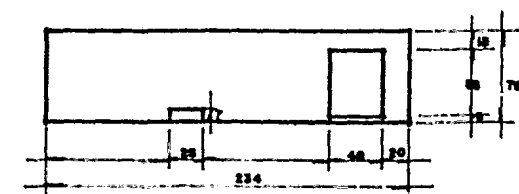


PLANTA GRAL.  
ESC. 1:75

NOTA:  
LAS MEDIDAS NO ESPECIFICADAS CORRESPONDEN  
A LAS CONSTRUCCIONES EXISTENTES.



CORTE C-C'  
ESC. 1:50



DETALLE MURO "X"  
ESC. 1:25

**AREA CRECIMIENTO-FINALIZACION.**

El ancho de la fosa se determinó en base a las necesidades para área de deyección de los animales. En el caso del área de servicios y gestación los animales se encuentran confinados en jaulas siendo el área de deyección necesaria para una hembra en jaula de 70 cm.; como en el diseño se localizan dos jaulas encontradas y un pasillo de 1 m. de ancho, resulta un ancho total de fosa de 2.40 m. (Figura Plano área de servicios y gestación).

Para el área de crecimiento y finalización el ancho de la fosa se determinó en forma similar a lo anterior. A los corrales se les proporcionó un 40 % de área de deyección, midiendo éstos 4.25 m. de largo libre (sin comedero) por lo que el área de deyección es de 1.70 m. (Figura Plano área de crecimiento y finalización).

El sistema se construyó con materiales de construcción convencionales, los cuales se mencionan a continuación:

- Tabique recocido
- Cemento
- Arena
- Grava de 1/4
- Varilla corrugada de 5/16 y 3/8
- Malla metálica para piso 6622
- Alambrón de 1/4
- Alambre recocido

Se utilizaron tres compuertas de cierre de guillotina construídas con lámina negra del número 16 y tubo negro de 3/4, cédula 40, que se deslizan por canales rieles hechos con solera ángulo y solera plana de 1 1/2 pulgadas.

La tubería usada para conectar los registros con el drenaje general fue de tubo de concreto de 20 pulgadas de diámetro.

### COSTOS DE CONSTRUCCION

La granja se construyó entre los meses de noviembre de 1981 y julio de 1982, los costos que se mencionan son los correspondientes a los precios que los materiales y mano de obra tuvieron en el primer semestre de 1982.

El costo total por metro cuadrado de construcción se determinó en base a los siguientes conceptos:

- Mano de obra
- Trazado, nivelación y excavación de terreno
- Materiales de construcción
- Piso de rejilla
- Guillotina de cierre

Las rejillas de concreto se construyeron en base al diseño que se presenta en la Figura No. 10, y el costo por unidad de rejilla, así como el costo por metro cuadrado de la misma se determinó por mano de obra y materiales usados en su construcción.

### COSTO DE PISO SOLIDO

Los costos de construcción por metro cuadrado de piso sólido, fueron determinados como los anteriores, en base a la mano de obra y los materiales usados para su construcción.

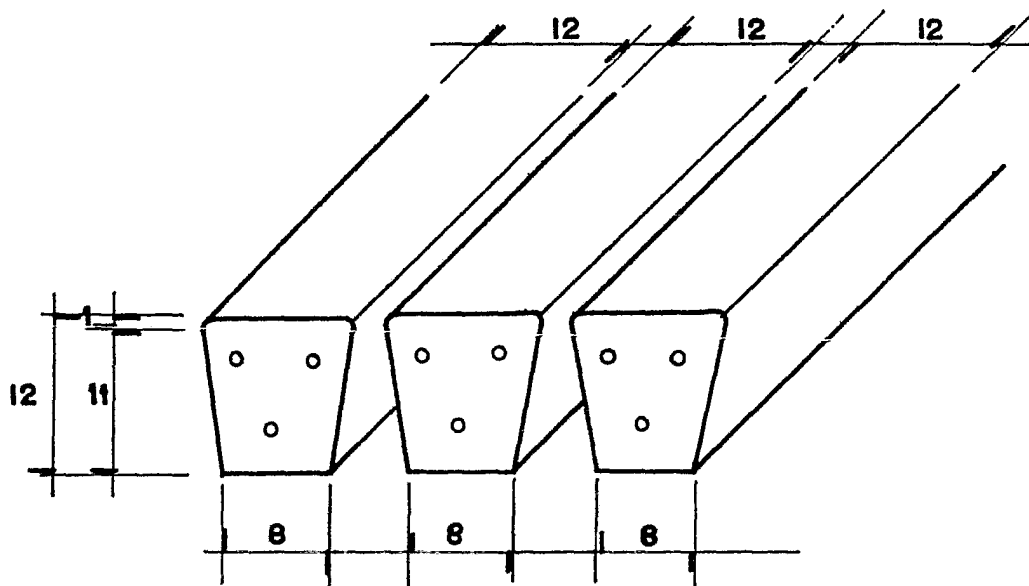
### COSTOS DE OPERACION

Se evaluaron los costos de operación de la fosa anegada modificada de acuerdo al costo de la mano de obra, costo del agua y energía utilizado.



FIG. 10

DETALLE DE REJILLAS PARA EL PISO .



**ESPECIFICACIONES:**

Las rejillas son dalas de concreto con armazón de tres varillas de 5/16" y amarres de alambón de 1/4" cada 25 cms.

**LARGO DE REJILLAS:**

Area de servicios y gestación : 260 cms .

Area de crecimiento y finalización: 190 cms.

**SEPARACION ENTRE REJILLAS:**

Servicios y gestación : 2.5 cms.

Crecimiento y finalización : 2.0 cms.

## FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA

El sistema de fosa anegada modificado fue evaluado durante dos ciclos de producción (52 semanas), con una visita semanal a la granja, determinándose los siguientes factores:

- Tiempo de llenado de la fosa.
- Características físicas de los desechos dentro de la fosa.
- Tiempo para vaciado de la fosa.
- Características de los desechos al momento del vaciado de la fosa.
- Estado físico de los animales.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron los siguientes:

### COSTO POR UNIDAD DE CONSTRUCCION

- Mano de Obra	\$ 250.00	m <sup>2</sup>
- Trazado, nivelación y excavación	\$ 280.00	m <sup>3</sup>
- Materiales	\$ 366.76	m <sup>2</sup>
- Rejilla para crecimiento y finalización ( 0.12 x 0.12 x 1.90 )	\$ 476.65	c/u
- Piso de rejilla para crecimiento y finalización	\$ 2,001.93	m <sup>2</sup>
- Rejilla para servicios y gestación ( 0.12 x 0.12 x 2.60 )	\$ 652.27	c/u
- Piso de rejilla para servicios y gestación	\$ 1,872.55	m <sup>2</sup>
- Guillotina de cierre	\$ 2,500.00	c/u

### COSTO DE CONSTRUCCION DE LAS DIFERENTES FOSAS

- Precio total por fosa de crecimiento y finalización ( 41 x 1.70 ) y registro.	\$ 205,091.30
- Precio total por metro cuadrado construido	\$ 2,893.30
- Precio total de la fosa de servicios y gestación ( 10.30 x 2.40 ) y registro.	\$ 76,738.27
- Precio total por metro cuadrado construido	\$ 2,780.30

## COSTO DEL PISO SOLIDO

- Mano de Obra	\$	250.00	m <sup>2</sup>
- Materiales	\$	158.72	m <sup>2</sup>
- Precio total del piso sólido de los corrales (crecimiento y finalización área sucia)	\$	56,975.56	
- Precio por metro cuadrado construido	\$	408.72	

## COSTO DE OPERACION

- Personal (un trabajador)	\$	225.00	diarios
- Costo de 10.45 m <sup>3</sup> de agua para el funcionamiento de la fosa, más el costo del agua - utilizada para lavar los corrales cada 14-16 semanas	\$	4.00 / m <sup>3</sup>	
- No se requirió de ningún gasto por concepto de energía para el manejo y vaciado de la fosa.			

## FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA

La fosa anegada modificada requiere de un manejo previo a su utilización que es similar al sistema de fosa anegada convencional, esto es, una vez terminada la fosa debe limpiarse perfectamente de cualquier objeto extraño al sistema, asimismo, agregar agua a la fosa para su funcionamiento a una altura de 15 cm. El agua puede introducirse a la fosa con una manguera a través de las rejillas del piso.

El tiempo para el llenado de la fosa del área de servicios y -gestación fue de 7 meses, mientras que las fosas de crecimiento y finalización se llenaron de 3-4 meses aproximadamente, dependiendo del número de animales confinados.

Las características físicas del desecho dentro de la fosa fueron las de una pasta semicóida, con algunos sólidos flotando en la superficie, presenta un color verde obscuro y olor sui generis (fermento-

ción).

El tiempo de vaciado de las fosas de crecimiento y finaliza---  
ción fue de 20 min., la de servicios y gestación de 10 min.

En una de las fosas de crecimiento y finalización, así como en la de servicios y gestación no se observó desecho pegado al piso o en las paredes de las mismas, ni tampoco rezago de los desechos al momento del vaciado; sin embargo se tuvo problemas con rezago de desechos en la otra fosa de crecimiento y finalización.

Al ser vaciada la fosa, las características de consistencia y color de los desechos, fueron parecidos a cuando estuvieron almacenados, sin embargo el olor se hizo más aparente.

Se realizó un único muestreo de los desechos resultantes de la red general de drenaje. Este se efectuó al momento de vaciar las fosas de ambas áreas; fueron analizados en el laboratorio del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, obteniéndose los siguientes resultados.

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LOS DESECHOS DE LA RED  
GENERAL DE DRENAJE

	BASE % HUMEDA	BASE 90 % MAT. SECA	BASE % SECA
Materia Seca %	11.04	90.0	100.0
Humedad %	88.96	10.0	0.0
Proteína Cruda (N. x 6.25) %	2.53	20.63	22.92
Extracto Etéreo %	0.64	5.18	5.75
Cenizas %	2.10	17.12	19.02
Fibra Cruda %	2.13	17.33	14.26
Extracto Libre de Nitrógeno %	3.64	24.67	32.97
T.N.A. % (Aprox.) Base Seco	6.99	56.97	63.30
Otros E.A. K cal/RG Aprox.	307.56	2507.28	2785.87

DETERMINACION DE CALCIO, FOSFORO, SODIO, POTASIO Y UREA  
DE LA RED GENERAL DE DRENAJE

g % Ca	=	3.24
g % P	=	1.799
g % Na	=	0.20
g % K	=	0.68
g % UREA	=	0.72

Los cerdos confinados no presentaron alteraciones físicas de -  
ninguna especie durante el tiempo que duró el almacenamiento de los de  
sechos, ni tampoco durante el transcurso del vaciado de la fosa.

## DISCUSION.

En relación con los resultados obtenidos en este trabajo y el análisis de ellos, se pudo comprobar que el diseño propuesto de modificación de una fosa anegada para el manejo de desechos porcinos, puede ser construido con materiales convencionales de construcción; así también para los trabajadores encargados de este tipo de obras (albañiles) no representa problema su construcción.

Por el sistema de vaciado por gravedad que tiene la fosa anegada modificada, es conveniente construirla en terrenos que tengan pendiente natural; esto no quiere decir que no pueda ser construida en terrenos planos, pero al hacerlo en éstos últimos implica un gasto mayor en la excavación de la red de drenaje general de la granja.

En cuanto a los costos de construcción del sistema modificado, éste es más caro que el convencional, ya que requiere de la construcción de registro y guillotina o compuerta de cierre. Las modificaciones de la pendiente del piso y la construcción de esquinas redondeadas (chaflán) no representa gasto adicional por metro cuadrado de pared o de piso, pues tiene el mismo costo con o sin chaflán y con o sin pendiente. Con respecto al piso sólido, éste representa el 14.12 % de la inversión para construir cada metro cuadrado del sistema de fosa anegada modificada; esto, comparando el costo de las fosas contra el piso sólido, el cual sale por metro cuadrado construido 89.88 % más barato.

Es necesario en el sistema con piso sólido fermentar y decantar los desechos antes de su disposición final, ya sea en estercoleros o --

fosas; en el sistema de fosa anegada sólo cuando el desecho va a utilizarse como mejorador de la tierra de cultivo, es necesario construir fosas extras de contención o desecación de desechos.

Cabe hacer notar aquí, la necesidad de no sólo tomar en cuenta el factor costo inicial de los sistemas en estudio para decidir cual -- utilizar, sino también, el gasto que representará su manejo y mantenimiento, ya que las instalaciones se amortizarán a 15 años (9).

En este último aspecto, comparando el costo de las fosas de -- crecimiento y finalización ( \$ 410,182.60 ), contra el gasto que representa construir la misma área del corral con piso sólido ( \$ 56,975.56 ) y el ingreso que implica la utilización de un trabajador extra con el sistema de manejo manual ( \$ 225.00 diarios, sin aumentos y prestaciones), tenemos que, anualmente en el caso de la fosa anegada modificada se pagarán \$ 27,345.50 por concepto de amortización de la inversión (sin intereses) y en el caso del sistema manual o de piso sólido se pagarán \$ 3,798.37 por el mismo rubro, pero se tendrá un gasto extra de - - - \$ 93,075.00 por concepto de mano de obra para limpieza.

Esto nos dá una diferencia en el pago anual de amortización y - manejo (limpieza de corrales) de los sistemas de \$ 69,527.87, los cuales aumentarán los costos de producción de los animales que se encuentran en el sistema de piso sólido. Lo anterior es sin contar el gasto por concepto de equipo de limpieza y mantenimiento de los mismos (pales, escobas, espátulas, mangueras).

Lo anteriormente expuesto coincide con lo mencionado por Concepción (12) que dice que los sistemas enrejillados ciertamente tienen ventajas en cuanto al gasto en mano de obra, pero su costo inicial es alto.

Por lo que a los costos de operación se refiere, el sistema modificado presenta ventajas en comparación con el sistema convencional, ya que éste último implica la utilización de bombas para su mezclado y veziado, así como, su deposición, situación que incrementa el costo de producción; en la fosa modificada en un año de trabajo no se vió la ne



cesidad de realizar el manejo de mezclado de desechos ya que la pendiente al centro y los chaflanes provocan un efecto de deslizamiento que evita la adhesión (Figura 11). El gasto por energía al momento del vaciado también se suprime en el caso de la fosa modificada y es conveniente que se tenga cuidado de no vaciar totalmente la fosa y dejar un espejo del mismo desecho (15 cm. aproximadamente) evitando con esto un nuevo gasto de agua que sería innecesario.

Se tuvo problemas con rezago de desechos en una fosa al momento de vaciarla, se investigó la causa y se determinó que el origen del problema fue la obstrucción que ocasionaron ladrillos y alambres dejados dentro de la fosa por las personas que construyeron el sistema, situación que coincide con la recomendación dada por Robertson (22) que indica que la fosa debe limpiarse perfectamente antes de ser puesta en operación.

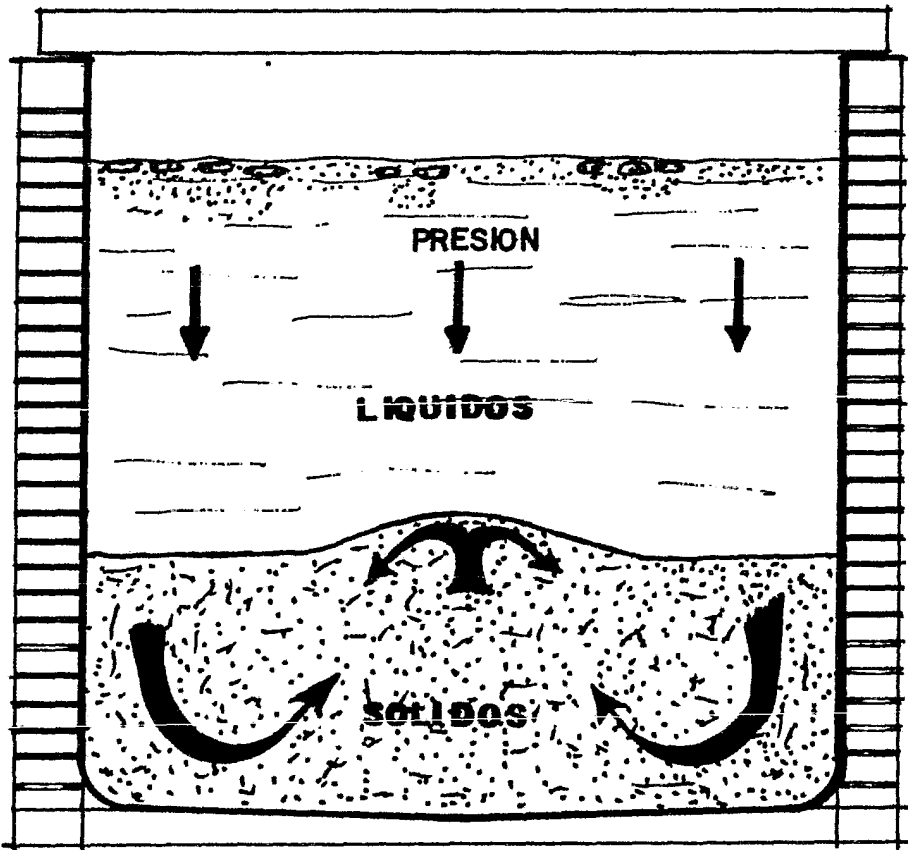
En el aspecto manejo, se vió que los corrales con piso enrejillado si necesitan de un manejo rutinario de limpieza, pero que no implica la remoción del desecho; por lo anterior se hace manifiesto la importancia de un adecuado diseño del corral (pendientes, porcentaje de piso sólido, abertura entre rejillas, abrasividad del piso de rejilla, bardas y cercos) para lograr que el cerdo defina sus áreas de deyección y confort.

El tiempo para llenado de la fosa de servicios y gestación coincidió con lo recomendado por Robertson (22); mientras que para las fosas de crecimiento y finalización, el tiempo de llenado no coincide con el tiempo mencionado; esto es debido a que en el área de servicios y gestación el número de animales confinados siempre fue el mismo y para el área de crecimiento y finalización, el número de animales confinados varió. Por lo tanto para aprovechar al máximo las instalaciones es necesario mantener el número de animales para la capacidad que fueron diseñadas.

Referente al tiempo para el vaciado de la fosa, se comprobó que el sistema modificado es más rápido que el sistema convencional, ya que una fosa de las dimensiones de las del área de crecimiento y finali

FIG. 11

DISTRIBUCION DE LIQUIDOS Y SOLIDOS EN LA FOSA ANEGADA MODIFICADA, POR EFECTO DE PRESION



zación se vacía en 20 min., y usando una bomba de vacío con capacidad de 3 lts./seg. (FLYGT, S.A.) la fosa se vaciaría en 7:30 hrs., aproximadamente.

Con respecto al manejo de la guillotina, es necesario sellarla con el mismo excremento de los cerdos para que al ser depositada el agua, ésta no se filtre por los orificios que pudieran quedar. El haber sellado la fosa trajo como consecuencia dificultades para abrirla por primera vez, pero en los subsecuentes periodos de almacenaje, no fue necesario sellar la guillotina y no hubo problema para abrirla.

La producción de gas y olores no representó problema alguno para los animales confinados y para el personal, ya que el diseño de los edificios no es cerrado completamente y tiene una adecuada ventilación, esto concuerda con lo mencionado por Concellón (12), Robertson (22) y Sutton (26).

## CONCLUSIONES.

Con base en el análisis de los resultados obtenidos en este -- trabajo, se concluye que:

1. Las modificaciones propuestas para el sistema de fosa anegada para el tratamiento de desechos porcinos, pueden ser construídos - sin problemas y con materiales comunes de construcción.
2. El costo de construcción del sistema modificado es 2.03 % más caro que el sistema convencional, porque en el primero se construye un registro y guillotina de cierre.
3. El costo por metro cuadrado construído de piso sólido, es 85.88% más barato que el metro cuadrado construído para el sistema modificado de fosa anegada.
4. El costo de producción de los animales en piso sólido, es más alto que los de los animales confinados en piso de rejilla, tomando en cuenta la amortización de inversión, mano de obra y mantenimiento de los sistemas de manejo de excretas.
5. En el sistema de fosa anegada modificada, los costos de operación son menores con respecto a los del sistema convencional por supprimirse el uso de equipo adicional para el vaciado y mezclado - de los desechos.

6. La pendiente del piso de la fosa hacia el centro y los chaflanes evitan la adhesión de desechos a las paredes o piso, y facilitan la operación de vaciado por gravedad.
7. Una limitante para la construcción del sistema modificado de fosa anegada es, que debe ser construída en terrenos planos.
8. El sistema modificado de fosa anegada, es recomendable como alternativa en el manejo de excretas en unidades de producción porcina de México.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Anónimo.: Nuevas Leyes contra la Contaminación. Porcivrama., 3: 18-19 (1971).
2. Anónimo.: Biological Treatment, Livestock Waste Facilities Handbook. Edited by: Iowa State University; 80-83, Midwest Plan -- Service. U.S.A., 1975.
3. Anónimo.: Characteristic of Animal Wastes, Livestock waste facilities Handbook. Edited by: Iowa State University., 4-13, Midwest Plan Service. U.S.A., 1975.
4. Anónimo.: Utilization and Disposal of Animal Wastes, Livestock waste facilities Handbook. Edited by: Iowa State University., -- 80-83, Midwest Plan Service. U.S.A., 1975.
5. Anónimo.: Structures And Environment Handbook. 10th. Ed. Midwest Plan Service. U.S.A., 1980
6. Anónimo.: Introduction, Livestock Waste Management with Pollution Control. Edited by: Miner, J.R. and Smith R.J., 1-5 North Cen---tral Regional Research Publication. U.S.A., 1975.
7. Anónimo.: Storage, Livestock Waste Management with Pollution Control. Edited by: Miner, J.R. and Smith, R.J., 34-40, North Cen---tral Regional Research Publication. U.S.A. 1975.

8. Anónimo.: Deep tank. Livestock Waste Management With Pollution -- Control. Edited by: Miner, J.R. and Smith, R.J., 34-40, North -- Control Regional Research Publication. U.S.A., 1975.
9. Bächtold, E., Aguilar, A., Alonso, F.A., Juárez, J., Casas, V.M., Melendez, J.R., Huerta, E., Mendoza, E. y Espinoza, A.: Economía Zootécnica, Primera Edición, Limusa, México. 1982.
10. Baines, S., Evans, M.R., Hissett, R., And Hephpera, R.Q.: The Hand ling, Treatment and Disposal of Farm Wastes. Principles of treat- ment of animal slurries. Agric. Eng., Summer: 72-76 (1973)
11. Bryson, J.W.: Pond Disposal of Piggery Waste. South Australia Department of Agriculture. Extension Bulletin., 3: 1-8 (1972)
12. Concellón, A.: Construcciones prácticas porcinas. Tercera Edición Aedos, España. 1981.
13. Dobson, C.: Construcciones para las Explotaciones Porcinas. Se-- gunda Edición. Acribia, España. 1971.
14. Flores, D.A. y Agraz, A.A.: Ganado Porcino. Segunda Edición. Li- musa, México. 1979.
15. Gadd, J.: Estiércol Promotor de Enfermedades. Porcirama., 2: 43-44 (1973).
16. Levi, A.R. and Matthews, S.F.: Legal Guidelines for Swine Waste - Management. Pork Ind. Handbook ., PIH 35: 1-4 (1977).
17. Melvin, S.W., Humenik, F.J. and White, R.R.: Swine Waste Manage-- ment Alternatives. Pork Ind. Handbook, PIH 67: 1-8 (1980).
18. Miner, J.R. and Borth, C.I.: Controlling Doors from Swine Buil-- dings . Pork Ind. Handbook., PIH 33: 1-3 (1980).
19. Muchling, A.J.: Properties of Swine Wastes. III. Coop. Ext. Serv. Ann.., 876: 1-2 (1968)

20. Muenling, J.A.: Anaerobic Lagoons. III. Coop. Ext. Serv. Aeny., 887: 1-2 (1969) .
21. Ramírez, R.: Sistemas de eliminación de desechos de granjas porcinas. Porcirama. 1: 14-15 (1971).
22. Robertson, A.M.: Farm wastes handbook. First Edition. Edited by MacCormack, J.A.D. Scotland, 1977.
23. Rojas, R.: Desechos de 800 mil cerdos contaminan las aguas del -- Lerma. Uno Más Uno, 1885: 9 (1983)
24. Sainsbury, D.: Pig Housing. 3rd Edition. Farming Press Book, Great Britain, 1972.
25. Santibañez, A.E.: Diseño de construcciones para el ganado porcino Sistema de Universidad Abierta, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. en prensa, México 1983.
26. Sutton, S.L.: Waste Handling Options. Hog Farm Management, 13: 6-13 (1976).
27. Sutton, S.L., Vanderholm, D.H. and Melvin, S.W.: Fertilizer value of swine manure, Pork Ind. Handbook., PIH 25: 1-6 (1980)
28. Villaseñor, L.: Cuidado con el gas. Porcirama., 2: 29-29 (1973)
29. Walter, F.: El estiércol del ganado porcino. Porcirama, 6: 25-30 ( 1979 ).