

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ESTUDIO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS
NEGRAS
EN LA GOMERA, ESCUINTLA (LOTIFICACION LA PROSPERIDAD)

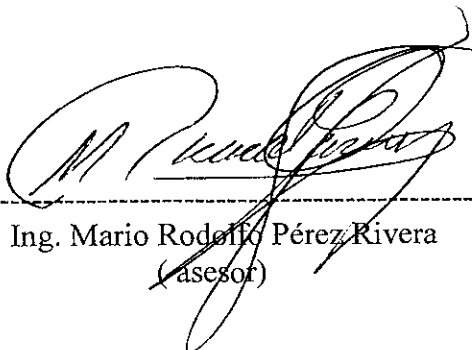
JUAN ANDRÉS ANTONIO PALMA CARRANZA

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO
PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO CIVIL EN EL GRADO DE LICENCIADO

GUATEMALA
2000

Vo. Bo.

(f)



Ing. Mario Rodolfo Pérez Rivera
(asesor)

Tribunal Calificador:

(f)



Ing. Franklin Matzdorf Monroy

(f)

Ing. Rafael Girón Méndez

(f)



Ing. Mario Rodolfo Pérez Rivera

Fecha de aprobación: 12 de octubre del 2000.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, por llevarme en un camino de bendiciones y por la guía que me ha brindado durante mi vida estudiantil.

A mi Padre, por ser un ejemplo de sacrificio y constancia, por su paciencia y enseñanza; gracias a él me he convertido en un profesional.

A mi Madre, por su apoyo incondicional, por sus consejos y sobretodo por el amor que siempre me ha dado, esto ha sido la fuente de mi superación.

A mi Esposa, por darme tanto cariño y amor, por haberme acompañado todos estos años universitarios y por ayudarme cada día a ser una mejor persona.

A mi Hija, por convertirse en mi motivación y el centro de mi vida.

A mis Hermanos, por su apoyo en los momentos más difíciles y porque sé que siempre contaré con ellos.

Y a mis Abuelos, por darme como padres a los mejores guías.

AGRADECIMIENTOS

- 1) Al Ing. Mario Pérez, por haberme dado la guía para la realización de este trabajo y por su motivación para llevarlo a cabo.
- 2) Al Ing. Franklin Matzdorf, por su ayuda durante todos los años que cursé en la Universidad del Valle.
- 3) Al Lic. Lizardo Porras, por ayudarme en la corrección de mi tesis.
- 4) Al Ing. Rafael Girón (Q.E.P.D.), por haber sido un gran catedrático y un amigo.
- 5) Al Arquitecto Eduardo Castillo, por su amistad y haberme facilitado la elaboración de mi proyecto.
- 6) A la Familia Mora Carranza, por la motivación que me brindaron durante mi carrera universitaria.
- 7) Al Ing. Juan Antonio Palma Y Ana Virginia Carranza de Palma por su amor y apoyo.
- 8) Al Ing. Oscar Cano, por haberme preparado durante el colegio y por brindarme su amistad.
- 9) Al Ing. Enrique de León y al personal de Castillo y Palma, por su ayuda técnica para la elaboración de este trabajo.
- 10) A Fernando López, Rolando López, Juan Benavente, José Toruño, Carlos Guerra, Marcelo Morales, Alberto Pérez, Juan P. Álvarez, y Carlos Aldana por haber hecho de la Universidad del Valle una experiencia agradable.
- 11) A la Familia Morales Arreaga, por acompañarme en los momentos importantes de mi vida.
- 12) A mis tíos, primos y amigos, porque sin su apoyo este trabajo no sería una realidad.

CONTENIDO

I. INTRODUCCION-----	pág 1
II. ANTECEDENTES-----	pág 2
III. OBJETIVOS-----	pág 4
A. general	
B. específicos	
IV. JUSTIFICACIONES Y ALCANCE DE TRABAJO-----	pág 5
V. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA-----	pág 6
A. localización	
B. características de la zona	
C. datos meteorológicos	
VI. FUNDAMENTOS TECNICOS Y TEORICOS-----	pág 10
A. procesos diseñados por el hombre	
A.1. tratamiento primario	
A.2. tratamiento secundario	
A.3. tratamiento terciario	
B. sistemas de tratamiento	
C. debilidades	
C.1. primarios	
C.2. secundarios	
VII. FOSA SEPTICA-----	pág 19
A. definición	
B. procesos de descomposición	
C. número de compartimiento	

D. características

- D.1. tubo de entrada
- D.2. tubo de salida
- D.3. dimensiones de la fosa
- D.4. almacenamiento arriba del nivel del líquido
- D.5. uso de compartimientos

E. selección de una fosa séptica

F. funciones de la fosa séptica

- F.1. eliminación de sólidos
- F.2. tratamiento biológico
- F.3. almacenamiento de cieno y natas

G. localización

H. afluente

I. capacidad

J. zanjas o filtros de absorción

J.1. definición

J.2. pasos para el diseño del sistema de tratamiento

J.3. idoneidad del suelo

J.4. pruebas de filtración

J.5. procedimientos para pruebas de filtración

J.6. mediciones de la tasa de filtración

K. zanjas de absorción.

VIII. REGLAMENTOS -----pág 38

A. reglamento que controla los sistemas individuales de eliminación

B. requisitos para sistemas individuales de eliminación de aguas negras.

C. permisos

D. inspecciones

IX. DISEÑOS-----pág 42

- A. diseño del sistema de tratamiento de aguas negras
- B. fosas sépticas

X. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS DE FILTROS DE ABSORCIÓN---pág 51

- A. zanjas o filtros de absorción
- B. cajas de distribución
- C. distribución en serie
- D. consideraciones de construcción
- E. lechos de filtración o filtros de absorción

XI. METODO CONSTRUCTIVO DE FOSAS SÉPTICAS-----pág 60

- A. fosas sépticas
- B. materiales
- C. proporciones
- D. generalidades

XII. PRESUPUESTOS-----pág 63

- A. presupuestos de fosas sépticas
- B. presupuesto de filtros de absorción de lotificación La Prosperidad
- C. programa de construcción

XIII. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO-----pág 69

- A. limpieza
- B. acumulación permisible de cieno
- C. pasos sencillos para el mantenimiento de las fosas sépticas en la lotificación La Prosperidad.
 - C.1. iniciación del tanque
 - C.2. inspección de la fosa

D. mantenimiento de zanjas o filtros de absorción.

XIV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----pág 76

XV. BIBLIOGRAFÍA-----pág 79

XVI. ANEXOS-----pág 80

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación presenta la disposición de las aguas residuales de una notificación para personas de escasos recursos, ubicada en un área considerada como rural o semiurbana en el Municipio La Gomera, Departamento de Escuintla.

Se pretende, a través del saneamiento, no sólo eliminar los riesgos al ambiente para evitar la transmisión de las enfermedades, sino también lograr el completo bienestar de los futuros habitantes.

La salubridad relaciona todos los factores y condiciones de vida de la población y de la salud. Se busca adaptar el ambiente físico que a los habitantes le permitan vivir con salud, a través de la aplicación de las normas sanitarias.

La falta de control de los problemas que originen riesgos del ambiente natural, ya sea por falta de interés de organismos municipales, de recursos económicos u otra causa cualquiera, puede originar una serie de enfermedades o trastornos en la salud.

Desde el punto de vista sanitario, se pueden considerar dos aspectos fundamentales:

- Las instalaciones domiciliarias y las redes de alcantarillados que cumplan con los requisitos técnicos y normativos;
- Que la disposición final sea la más satisfactoria.

Esta tesis presenta el sistema de tratamiento de la disposición de las aguas residuales a través de un tratamiento primario (fosa séptica) y un secundario (zanjas de absorción), elegido por las razones que se apuntan más adelante.

II. ANTECEDENTES

El déficit habitacional cualitativo y cuantitativo en Guatemala, es aproximadamente de 1,390,000 mil unidades habitacionales, cifra que se incrementa anualmente en 46,000 unidades, ya que se considera que el crecimiento anual de la población es de 52,000 familias (página 115 de Prensa Libre, 28 de Marzo de 1996 y Revista No. 2 de la Cámara de la Construcción, mayo de 1996).

En Centroamérica, Guatemala es el país más deficiente en lo que respecta la satisfacción de necesidades de sus habitantes en materia de vivienda. En este sentido, la lotificación La Prosperidad representa una contribución a la solución de dicha demanda.

La situación económica de los guatemaltecos y en particular la de los habitantes del Municipio la Gomera, es paupérrima. Por ello se debe planificar un desarrollo que tome en cuenta las características sociales, culturales, climáticas, geográficas y ante todo las económicas.

La lotificación La Prosperidad nace de la necesidad de darle un adecuado desarrollo socioeconómico a las parcelas ubicadas en las afueras del Municipio La Gomera.

El proyecto tiene el nombre de La Prosperidad e incluye un total de 1164 lotes, cuya venta se efectuó a través del plan FOGUAVI, para personas de escasos recursos. (En dicho plan no se incluyen viviendas pero se propondrán varias alternativas de tipo económico). La dimensión de 8.00 por 15.00 metros.

EL proyecto contempla área vendible, área escolar, área deportiva, área forestal, área verde y área de calles.

También se incluyen instalaciones hidráulicas, que permitirán el abastecimiento de agua, ya que se ha perforado un pozo mecánico, con un sistema de almacenamiento y un tanque elevado de 100 M3.

La notificación incluirá instalaciones sanitarias con sistemas separativos: las aguas residuales irán a un sistema primario de tratamiento (fosas sépticas) y luego a un sistema secundario, consistente en filtros de absorción. Las aguas pluviales se conducirán superficialmente sobre las calles y áreas verdes donde serán infiltrada.

La disposición de los desechos sólidos (basuras) se hará a través de un servicio particular o bien del servicio municipal de limpieza.

Topográficamente el terreno donde está la lotificación es bastante plano, y ofrece pendientes naturales pequeñas. Su nivel freático se encuentra a escasa profundidad. Sus características geológicas son de presentación arenosa, propias de terrenos cercanos al mar, con capacidad de filtración o permeabilidad bastante buena, que viene a constituir una ventaja para los sistemas de absorción de los desechos líquidos.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Satisfacer todos los requisitos técnicos, normativos, ambientales, legales, etc., para el saneamiento de aguas servidas y así propiciar el bienestar físico, ambiental y de salubridad a nivel puntual, local y regional, al evitar los efectos dañinos sobre la salud, el medio y los cuerpos de agua.

B. Objetivo Específico

Tratar las aguas negras o residuales producidas por los habitantes de la lotificación La Prosperidad y su disposición final a través de sistemas de tratamientos primario y secundario.

Este tratamiento tiene por objeto fundamental evitar que las aguas receptoras se transformen en ofensivas o no apropiadas, en relación con los siguientes aspectos:

- Que no contaminen abastecimiento alguno de agua potable
- Que no constituya algún peligro público para la salud, al ser accesibles a insectos, roedores, u otros posibles transmisores que están puedan entrar en contacto con los alimentos o agua para beber.
- Que no sea un peligro público para la salud, al ser accesibles a niños.
- Que no se violen leyes o reglamentos referentes a contaminación de agua o eliminación de aguas negras (Decreto Gubernativo 60-89).
- Que no corrompan o contaminen corrientes usadas con fines de abastecimiento de agua, público o doméstico, o para motivos de recreo.

- Que no genere molestias debidas a fetidez o apariencia antiestética.

IV. JUSTIFICACION Y ALCANCE DEL TRABAJO

Todas las comunidades de la República de Guatemala, dentro de las que se cuenta el Municipio la Gomera, en el Departamento de Escuintla, presentan limitaciones tecnológicas y de uso de energía.

Es importante mencionar las limitaciones de tipo tecnológico y económico que se tiene en las comunidades de nuestro país para que funcionen los sistemas de tratamiento de cloacales (agua potable a la que se le ha agregado una serie de contaminantes: heces, orina, basura, papel, hojas, polvo, etc.

Aunque el costo de la planta de tratamiento sea donado, ésta requiere de una persona con conocimientos avanzados, pero en su mayoría los vecinos del municipio en mención sólo poseen estudios elementales de nivel primario.

Si la planta requiere del uso de energía eléctrica o de combustibles, su funcionamiento es abandonado por el costo del energético, o bien, si son operados por equipos mecánicos de bombas o compresores, estos no son reparados, cuando se arruian.

Lo anterior nos lleva a establecer los criterios de selección de tecnologías de los Sistemas de Tratamiento de aguas residuales. Por ello, se han diseñado muchos sistemas de tratamiento de cloacales, que en general, entre más avanzados, se vuelven más complejos y exigen mayor energía para operar.

Estas consideraciones nos llevan a justificar que en el alcance del proyecto de elección de un sistema de tratamiento, se deben tomar en cuenta factores culturales, sociales y económicos.

V. LOCALIZACIÓN Y CARACTERISITICAS DE LA ZONA

A. Localización

Guatemala está ubicada en la latitud norte a 14 grados 35 minutos 11 segundos y con latitud oeste a 90 grados 31 minutos 58 segundos.

Posee en un poco menos de 109,000 kms² la mayor variedad de asociaciones ecológicas de Centroamérica. Esto no sólo implica una enorme riqueza natural, sino un amplio rango de condiciones climáticas a las que el visitante se debe adaptar, para hacer su viaje más placentero y disfrutarlo a plenitud.

Desde la frontera con México hasta la frontera con El Salvador y a lo largo de la costa del Pacífico, se extiende la planicie de la Costa Sur. Del océano pacífico hasta aproximadamente 1,000 metros sobre el nivel del mar, el promedio diario de temperatura excede los 25 C y prevalece una alta humedad ambiental durante todo el año.

La bocacosta del Pacífico se extiende a lo largo del pie de las faldas y laderas de la cadena volcánica, desde la frontera con México hasta los volcanes menores al sureste de la Ciudad de Guatemala. Aunque no tan calurosa como la planicie costera, esta zona tiene un clima similar al de las tierras bajas adyacentes, pero las fluctuaciones de temperatura, tanto diarias como estacionales, son más marcadas. Durante los meses, de octubre a febrero, refresca durante las noches, ya que baja a 15C.

Al alejarse de la Ciudad de Guatemala en dirección sur, por la Calzada Raúl Aguilar Batres, incluso antes de alcanzar los márgenes de la ciudad ya se sienten los vientos cálidos provenientes de las tierras bajas del pacífico, y son más intensos a medida que se llega a la autopista del Pacífico.

Por la autopista del Sur, en el km 18, adelante del municipio de Palín se llega a Escuintla, puerta comercial de la planicie costera. Allí encontramos grandes agro-industrias, agropecuarias y plantas procesadoras que sostienen esta dinámica ciudad. 24 km al Oeste de Escuintla se ubica Siquinalá, de donde se desvía la carretera que conduce al municipio La Gomera, el municipio más grande del departamento de Escuintla.

La Gomera se encuentra ubicada exactamente a una latitud de 14 grados, 16 minutos, 07 segundos y a una longitud de 90 grados, 47 minutos y 33 segundos.

B. Características de la zona

La Gomera es una zona industrial, donde se cultiva y procesa la mayor producción de azúcar y algodón de la Costa Sur de Guatemala. De ello parte que la mayoría de su población se dedique a la cosecha y tratamiento de este producto. Pero no sólo ésta es la mayor fuente de ingresos para el individuo gomerano; también existe un amplio comercio de fertilizantes, electrodomésticos, legumbres de la región etc. Básicamente, La Gomera ocupa un lugar importante en la comercialización.

La población es originaria de la región e inmigrantes de los municipios del departamento de Escuintla. Debido a esto es que la población se ve afectada por el déficit habitacional que existe en toda la república. Es por ello que se observó una gran oportunidad de construir una

lotificación que cumpliera con las necesidades económicas del municipio y así proveerlo de un beneficio para sus habitantes.

C. Datos meteorológicos

En La Gomera no existe una estación meteorológica permanente, aunque sí en aldeas muy cercanas como Chupadero, Sabana Grande, Camantulul y Tiquisate.

En mediciones que se realizaron en la Gomera se obtuvieron lo siguientes resultados:

Temperatura:

Máxima = 38.4 C

Mínima = 21.2 C

Media = 26.2 C

Absolutas:

Máxima = 38.2 C

Mínima = 17.2 C

Precipitación: (mm)

2755.30

Brillo Solar (total/ hrs):

7.9

Humedad relativa:

75%

Velocidad del Viento (km/hr):

7.2

Evaporación Intemperie (mm):

Información inexistente

Radiación Promedio Mensual:525 watts/ m²

VI. FUNDAMENTOS TECNICOS Y TEORICOS

A. Procesos diseñados por el hombre

Al usar los procesos naturales se han desarrollado plantas de tratamiento de los cloacales al manejar los procesos naturales en la forma más eficiente y económica. Por su grado de tratamiento, estos procesos se clasifican en:

A.1. Tratamiento Primario:

Reducen los sólidos sedimentables y algo de DBO. Los elementos patógenos no disminuyen en forma sensible, es decir, se reduce el daño al ambiente, pero no se protege la salud.

Los métodos primarios o de evacuación de excretas más conocidos son los siguientes:

Sin Arrastre por agua:

1. Letrina de hoyo (pozo) seco
2. Letrina de hoyo (pozo) anegado
3. Letrina de cierre hidráulico
4. Letrina de pozo perforado
5. Letrina de cubo movable
6. Retrete químico.

Con arrastre por agua:

1. Fosa séptica
2. Alcantarillado
 - a) Sanitario
 - b) Combinado

A.2 Tratamiento Secundario:

En este tratamiento se efectúa un grado más avanzado de remoción de sólidos al transformar los orgánicos en sedimentables. Además parte de los que están en solución, en sólidos, que pueden ser sedimentados o convertidos en elementos estables como el CO₂ ó nitratos.

Durante estos procesos hay una reducción sensible del número de patógenos, en especial por los procesos aeróbicos. Con esto se reduce notablemente el daño al ambiente al reducir el DBO a valores comparables con los cuerpos naturales, se reduce el riesgo a la salud, pero no se remueven nutrientes.

A.3. Tratamiento Terciario:

Es aquel donde se remueven los sólidos en solución, en especial nitratos y fosfatos, así como los metales pesados.

B. Sistemas de Tratamiento

Los tratamientos más conocidos, indicando el efecto de mejora que producen, son los siguientes

TABLA I

Tratamiento Primarios	Sol.Sed. (%)	DBO (%)	Patog (%)	Sol.Soluc. (%)	Nutrientes (%)
Fosa Séptica	40-60	50	10-15	-----	-----
Imhoff	50-60	50	5-15	----	-----
Sedim + digestor	50-60	50	10-15	----	-----
RAFA (flujo ascendente)	40-60	50	10-15	0-5	
RAP	50-60	50	10-15	0-10	
Lagunas Anaeróbica.	50-80	60	30-40	-----	-----
Lagunas Facultativas	60-90	80	40-90	-----	-----

Secundarios (después de primario)

Filtros Perc + Sed.	90-100	85	20-30	40-60	5
Fangos Actv.+ Sed.	90-100	85	30-40	50-70	5
Fangos Act.Ava+Sed.	90-100	85	30-40	60-75	10-30
Zanjas Oxidación	80-100	80	20-30	40-70	--
Filtros Biológicos	80-100	80	30-40	50-70	10-30
Irrigación Superficial	-100	90	60-90	90-99	10-70
Irrigación Subsuelo	-100	95	90-99	90-99	10-80
Infiltra.Suelo	-100	95	70-99	50-99	0-80
Lagunas Aeróbicas	95-100	95	50-99	-	--
Filtración en Arena	95-100	95	50-99	40-70	--
Adición Cloración	-	-	95-99	--	--

Si asignamos a los mismos procesos mencionados anteriormente además de un indicador de uso de energía y otro de equipo mecánico, obtenemos lo siguiente, al usar los comparadores Alto, Medio, Muy Bajo.

TABLA II

Tratamiento Primario	Energía	Equipo
Fosa Séptica	Muy Bajo	Muy Bajo
Imhoff	Muy Bajo	Muy Bajo
Sedim + digestor	Bajo	Bajo
RAFA	Muy Bajo	Muy Bajo-Medio
RAP	Muy Bajo	Muy Bajo-Ba
Lagunas Anaeróbicas.	Muy Bajo	Muy Bajo
Lagunas Facultativas	Muy Bajo	Muy Bajo-Medi

Secundarios (después del primario)

Tratamiento	Energía	Equipo
Filtros Perc. + Sed.	Bajo	Medio
Fangos Activ. + Sed.	Alto	Alto
Fangos Act.Ava + Sed.	Alto	Alto
Zanjas de Oxidación	Alto	Medio
Filtros Biológicos	Bajo	Bajo
Irrigación Superf.	Bajo-Alto	Bajo-Alto
Irrigación Subsuelo	Bajo-Medio	Bajo-Medio
Infiltra.Suelo	Muy Bajo	Muy Bajo
Lagunas Aero.	Muy Bajo-Alto	Muy Bajo-Alto
Filtración en Arena	Medio	Bajo-Medio
Cloración	Alto	Medio

En la tabla anterior no se pretende hacer una comparación económica, sino solamente resaltar los factores que intervienen en el proceso. Así, en muchos lugares, al efectuar un análisis económico de las soluciones en un período de tiempo dado y para los mismos resultados, es recomendable la de alto uso de energía y equipo. Sin embargo, si no se cuenta con la capacidad técnica necesaria para su operación, la inversión resulta inútil.

Si lo que deseamos es encontrar los procesos que no requieren de energía producida por el hombre o que usen poco tiempo mecánico, aunque seleccionemos sistemas que generen inversiones iniciales altas, obtendremos aquellos cuya *operación sea simple y sus costos de operación, bajos.*

De los procesos anteriores vemos que todos los tratamientos primarios tienen efecto bueno, pero limitado, sobre los aspectos (SS) y el medio (DBO); muy bajo sobre la salud (a excepción de las lagunas facultativas) (patógenos); o sea que no hay ninguna protección a los cuerpos receptores.

De los tratamientos secundarios, todos tienen efecto muy bueno sobre el aspecto (SS) y el medio (DBO); pero entre bajo y muy bueno respecto de la salud (patógenos); y entre nada y bueno en relación a la protección de los cuerpos de agua.

C. Debilidades

Es interesante ver el lado débil de cada uno de los tratamientos anteriores

C.1 PRIMARIOS

Fosas Sépticas

Poseen volumen grande respecto del caudal; usualmente sin previsión para extracción y disposición de lodos.

Imhoff

Tiene estructura muy profunda, pero si no hay desnivel, este proceso necesitará bombeo para extraer lodos.

Sedimentador + Digestor

Los rectangulares requerirán equipo mecánico para extraer el lodo.

RAFA

Si no hay control en la carga biológica, no operan.

RAP

Produce malos olores; poca experiencia sobre factores de diseño.

Laguna Anaeróbica

Este factor produce malos olores.

Lagunas Facultativas

Representan áreas muy grandes.

C.2. SECUNDARIOS**Filtros Percoladores + Sedimentador**

Si no hay desnivel, requieren bombeo, pero para que haya alta eficiencia debe haber recirculación por bombeo.

Filtros biológicos

Puede darse variedad de diseños y de agente biológico, pero puede requerir mucha operación.

Irrigación Subsuelo

Este proceso es igual al anterior

Infiltración Suelo:

Debe haber nivel freático profundo. Es importante mencionar que, con pozos existe el riesgo de contaminación. Para zanjas cubiertas requiere de mucha área.

Lagunas Aeróbicas:

Se necesita mucho terreno (sin uso de energía).

El habitante del municipio de La Gomera, en su mayoría, es un individuo con pocas comodidades y se ha acostumbrado a la vida sencilla y en varios casos es muy pobre. Por esta razón se han realizado muchas lotificaciones que no cumplen con los requisitos indispensables de construcción y urbanidad.

La lotificación La Prosperidad es la única en todo el municipio que cuenta con los servicios básicos completos (calles, agua, luz), ya que se ha dado el caso de varias lotificaciones entregadas por algunas constructoras a la municipalidad local, pero incompletas. Ha sido así como se ha creado mucho descontento y un clima de inseguridad cuando el individuo decide invertir en proyectos como es el caso de esta obra.

Muchas de estas lotificaciones no cuentan con sistemas de purificación y algunas no terminaron de construirlas, por lo cual el habitante de estos proyectos se ve en la necesidad de construir pozos ciegos, sin las especificaciones necesarias. En casos extremos, las agua negras son arrojadas a las calles de las mismas lotificaciones. Debido a lo anterior es que se crean muchos focos de enfermedades. En su mayoría las lotificaciones antiguas drenan a las cloacas municipales, ya que éstas se encuentran cerca de la cabecera municipal.

La lotificación La Prosperidad se encuentra a 4.5 km del centro del municipio, y necesitó construir el sistema que se detallará más adelante. Algunas lotificaciones aledañas

drenan sus aguas negras a los ríos o riachuelos más cercanos y contaminan de esta manera las fuentes de agua que en poblaciones bajo corriente es utilizada para distintos usos.

En nuestro país, las aguas negras procedentes de los sistemas de alcantarillado tienen un desfogue inadecuado, que en la mayoría de los casos se descargan en corrientes naturales.

Dado lo complejo del problema que representa el tratamiento de las aguas negras, es evidente que su consideración corresponda exclusivamente a personal especializado en esta rama de la ingeniería.

Por esto, la descripción sobre procesos e instalaciones que se utilizan para el tratamiento de las aguas negras que se explican a continuación, posee exclusivamente el valor de información y, por lo tanto, no intenta servir como base para el diseño y cálculo de plantas de tratamiento.

Procesos de tratamientos de aguas negras:

Pueden clasificarse en dos aspectos principales:

1) Tratamiento primario:

Es la serie de procesos que permite remover las materias en suspensión de las aguas negras.

2) Tratamiento secundario:

Es el conjunto de procesos para la remoción o estabilización de la materia putrescible en estado coloidal existente en las aguas negras.

Después de estudiar la topografía del terreno, así como del nivel socioeconómico, al cual se dirige la notificación, se decidió utilizar un sistema de disposición de excretas con arrastre de agua. Este sistema de disposición de excretas tiene aplicación en zonas urbanas o semiurbanas que cuentan con redes generales de agua potable, pero que carecen de red de alcantarillado, o en zonas rurales que poseen norias o pozos con estanques de almacenamiento de agua. El factor económico es el que fundamentalmente promueve su instalación y reemplazo por otros sistemas más confortables.

Como Sistema Primario para La Lotificación La Prosperidad se escogió la fosa séptica y como Secundario, la de filtros de absorción. El proceso se describe a continuación.

VII. FOSA SEPTICA

La fosa séptica es el procedimiento hidráulico de evacuación de excretas más útil, satisfactorio para granjas, para viviendas económicas en zonas carentes de desagües o alcantarillado.

A. Definición:

Consiste básicamente en un depósito cubierto e impermeable para la sedimentación de los excrementos, aguas residuales de baños y cocinas, en el cual se desarrolla un proceso de tratamiento primario por descomposición anaeróbica; reduce el volumen de los sedimentos, materia orgánica y coloidal que contienen las aguas negras y residuales.

B. Procesos de descomposición:

El afluente es un líquido incoloro y poco turbio que, aunque la demanda bioquímica de oxígeno es baja, sigue teniendo carácter nocivo y un olor fétido característico. Este afluente contiene bacterias patógenas, quistes y huevos de gusanos que pasaron indemnes durante el periodo de reposo y es capaz de ser absorbido por el terreno.

Durante la sedimentación se produce gas que arrastra parte de la materia orgánica y que forma una espuma espesa flotante, que por su peso se hunde bajo el nivel del agua. Cuando crece mucho, esa capa puede aparecer en el afluente.

Para disponer adecuadamente del afluente se requiere de un tratamiento secundario o posterior, el cual se lleva a cabo con la participación de las bacterias aeróbicas que proliferan en las capas superiores del terreno y que toma el oxígeno del aire.

Las fosas sépticas retienen el líquido durante 24 horas (y los barros durante mucho más tiempo, ya que se descomponen por la acción de las bacterias anaerobias. Los dispositivos

domésticos de tratamiento emplean generalmente la fosa séptica). Pueden construirse de ladrillo, piedra u hormigón, con paredes y fondo impermeables y con una cubierta de hormigón con agujero de hombre y tapa de hierro.

Las fosas sépticas pueden tener uno, dos o tres compartimientos, según las condiciones que se presente en cada caso y la capacidad requerida.

C. Número de Compartimientos:

Las fosas sépticas con un solo compartimiento son apropiadas para familias reducidas. El diagrama de la fosa representa un volumen de 700 a 1000 litros de capacidad, para 4 a 7 personas.

D. Características

El tubo de salida tiene un codo que lo une a un tubo recto que penetra verticalmente en el líquido hasta de 45 cm debajo del nivel libre. Delante de la abertura por la que los líquidos del albañal penetran en la fosa, a unos 20 cms de distancia, se pone una pantalla de madera o de hormigón, que atraviesa la fosa. De esta manera la espuma superficial no se agita, la corriente interior se mantiene amortiguada y no se establece un paso directo entre la entrada y la salida.

Aunque los líquidos se purifican de una manera apreciable en la fosa séptica, al salir de ella están aún contaminados y deben tener ulteriores tratamientos antes de que entren en contacto con los seres humanos.

D.1. Tubo de entrada: La plantilla del tubo de entrada debe penetrar en la fosa, como máximo menos 7.5 cm arriba del nivel del líquido en la fosa para que haya una elevación momentánea del nivel del líquido durante las descargas de agua a la fosa.

Una **TE** ventilada de entrada o un **BAFLE** debe proporcionarse para desviar hacia abajo el agua negra entrante y penetrar como mínimo, 15 cm cuando menos, bajo el nivel del líquido; en ningún caso la penetración debe ser mayor que la permitida para el dispositivo de salida. Un cierto número de disposiciones comúnmente usadas para los dispositivos de entrada y salida, se muestran más adelante en las ilustraciones.

D.2. Tubo de salida: Es importante que el dispositivo de salida penetre lo suficiente, bajo el nivel del líquido, en la fosa séptica para proporcionar un balance entre el volumen de almacenamiento del cieno y de las natas; de otra forma, se pierde parte de la ventaja de la capacidad. Una sección vertical de la fosa operada adecuadamente se mostraría dividida en tres capas distintas; natas en la superficie, una zona intermedia libre de sólidos (denominada “espacio libre”), y una capa de cieno en el fondo. El dispositivo de salida retiene las natas en la fosa, pero al mismo tiempo limita la cantidad de cieno que puede acomodarse sin ser rastreado, lo cual provocaría descarga de cieno en el afluente de la fosa.

Las observaciones de acumulaciones de cieno en el campo, indican que el dispositivo de salida debe prolongarse, generalmente, a una distancia bajo la superficie igual al 40 por ciento de la profundidad del líquido. Para fosas cilíndricas horizontales, esto puede reducirse a 35 por ciento. Por ejemplo, en una fosa cilíndrica horizontal que tenga una profundidad del líquido de 110 cm, el dispositivo de salida debe penetrar $110 \times 0.35 = 38.8$ cm bajo el nivel del líquido. El dispositivo de salida debe prolongarse arriba de la superficie del líquido hasta aproximadamente 2.5 cm de la parte superior de la fosa.

D.3. Dimensiones de la fosa: Los datos recabados indican que, para fosas con una capacidad determinada, las fosas poco profundas funcionan tan bien como las profundas. También, para fosas de una capacidad y profundidad dadas, la forma de la fosa no es importante. Sin embargo, se recomienda que la menor dimensión en planta sea de 60 cm. La profundidad del líquido puede variar entre 75 y 150 cm.

D.4. Almacenamiento arriba del nivel líquido: Se requiere capacidad, arriba del nivel del líquido, para proporcionar espacio a la porción de natas que flota encima del líquido.

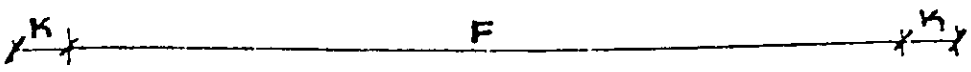
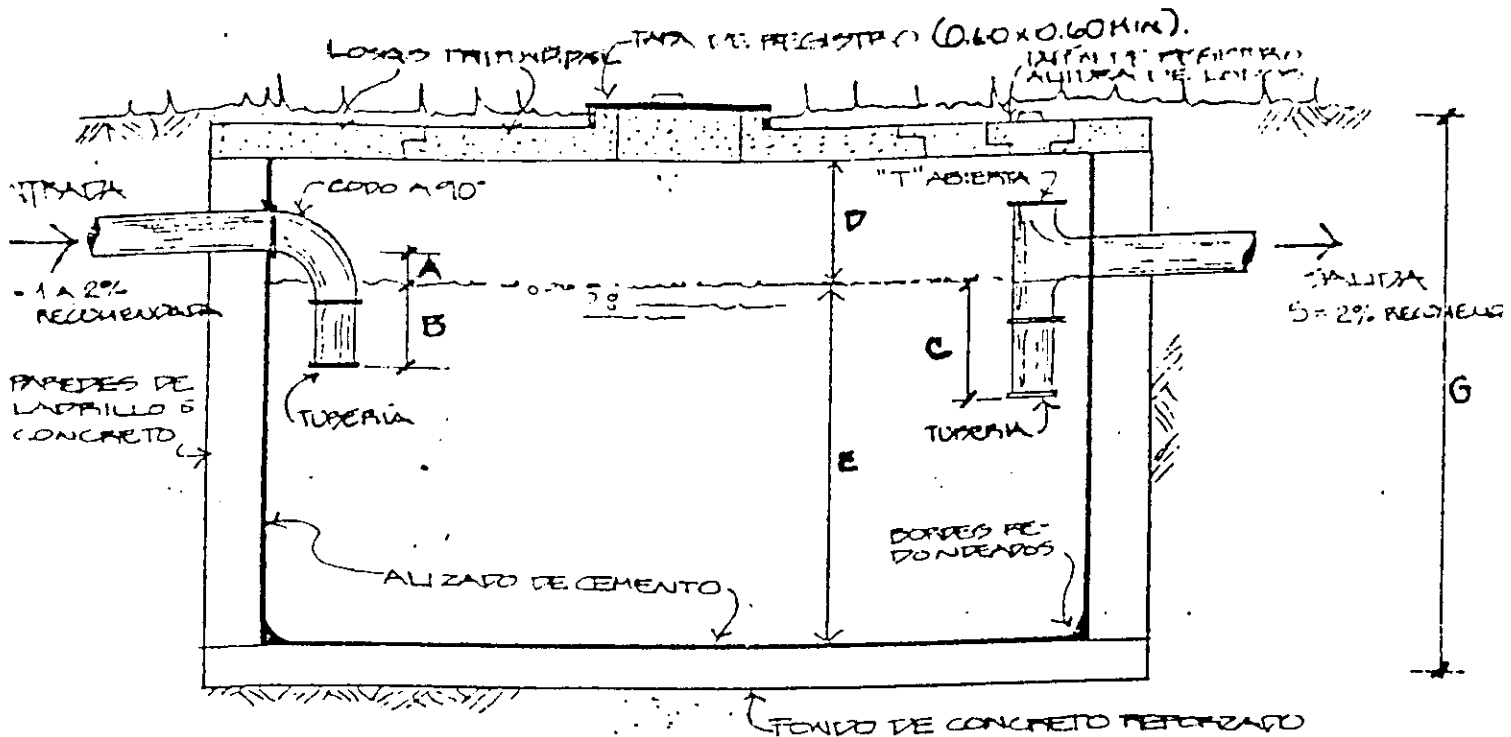
Aunque cabe esperar algunas variaciones, en promedio, cerca del 30 por ciento de las natas se acumularán arriba del nivel del líquido. Además de la previsión de almacenamiento de natas, suelen dejarse 2.5 cm en la parte superior de la fosa, para permitir el libre paso de gas hacia la entrada y hacia el tubo de ventilación de la casa.

Para fosas que tiene lados rectos verticales, las distancias entre la parte superior de la fosa y el nivel del líquido debe ser aproximadamente igual al 20 por ciento de la profundidad del líquido. En fosas cilíndricas horizontales, un área igual al 15 por ciento del círculo total, aproximadamente, debe dejarse arriba del nivel del líquido. Esta condición alcanza si la profundidad del líquido (distancia desde la plantilla del tubo de salida al fondo de la fosa) es igual a 79 por ciento del diámetro de la fosa.

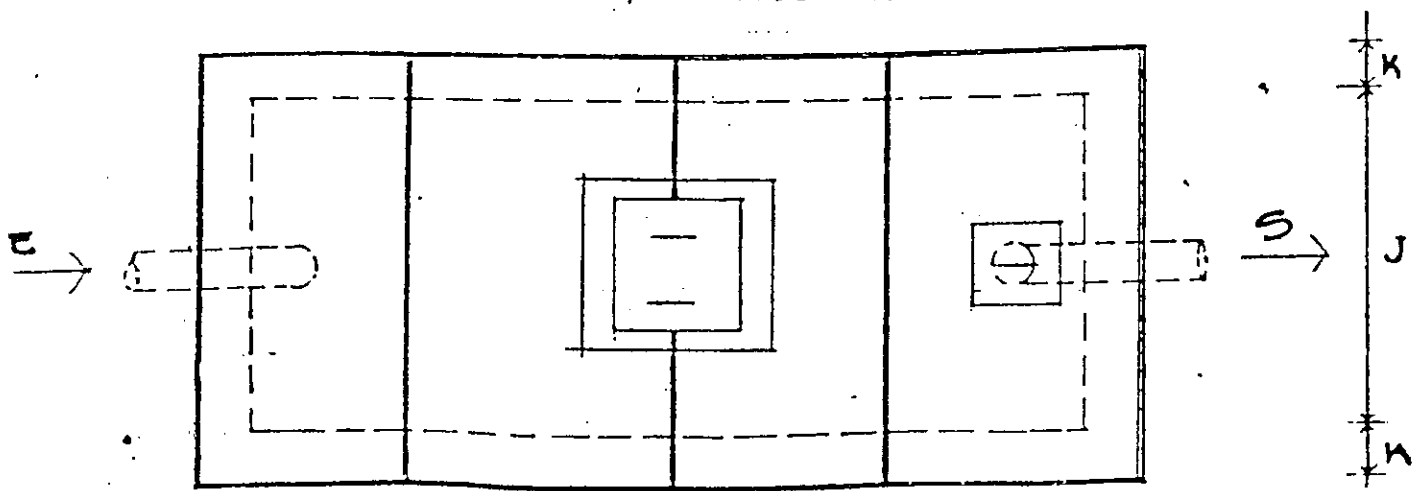
D.5. Uso de compartimientos: Aunque es posible un cierto número de distribución, los compartimientos, tal como se usan aquí, se refieren a un número de unidades en serie. Estas pueden ser unidades separadas, ligadas entre sí o secciones encerradas en un cascarón continuo. Una fosa de un solo compartimiento dará un servicio aceptable. Los datos de investigación disponibles indican, sin embargo, que una fosa de dos compartimientos con el primero de ellos, igual a un medio o dos tercios del volumen total, proporcionan mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo cual puede ser valioso para la protección del sistema de absorción.

Las fosas con tres o más compartimientos iguales dan, cuando menos, tan buen servicio como las fosas con un solo compartimiento de la misma capacidad total.

Cada compartimiento debe tener una dimensión mínima en planta de 60 cm con una profundidad del líquido que varíe de 75 a 150 cm. Un pozo de visita debe proveerse en cada compartimiento y ventilación entre compartimientos, para permitir el libre paso del gas. Las conexiones de entrada y salida en la fosa con compartimiento deben proporcionarse como en una fosa sencilla. La misma consideración debe hacerse para el almacenamiento arriba del nivel del líquido en una fosa sencilla.



- A = 3" MÍNIMO, B = 6" MIN, MAX - C, C = 0.4E
- D = 30 CMS. APROX., E = 2.5 A 5 PIES (0.75 A 150 CMS)
- F = LONGITUD (DEPENDE DEL DISEÑO).
- G = ALTURA TOTAL DE EXCAVACIÓN.
- J = ANCHO DE LA FOSA, K = ESPESOR DE PAREDES



E. Selección de una fosa séptica:

Al considerar que el terreno sea suficientemente grande para acomodar a uno de los tipos de sistemas de absorción, y que la construcción del sistema sea permitida para la autoridad local, el siguiente paso será la selección de una fosa séptica adecuada.

F. Funciones de la fosa séptica:

Además de las anteriormente descritas, se dará una mayor explicación para determinar los parámetros que en ellas influyen.

Los desperdicios líquidos del hogar no tratados (aguas negras), rápidamente atascarán hasta las formaciones más porosas de grava. La fosa condiciona al agua negra para que pueda filtrarse más fácilmente en el subsuelo. Por lo tanto, la función más importante de una fosa séptica es proporcionar protección a la capacidad absorbente del suelo.

Tres funciones tienen lugar dentro de la fosa para proporcionar esta protección

F.1. Eliminación de sólidos:

El atascamiento del suelo con el afluente de la fosa varía directamente con la cantidad de sólidos suspendidos en el líquido. A medida que el agua negra procedente del alcantarillado del edificio entra en la fosa séptica, su velocidad del flujo se reduce de tal forma que los sólidos mayores se hunden al fondo o suben a la superficie. Estos sólidos se retienen en el depósito y el afluente clarificado es descargado.

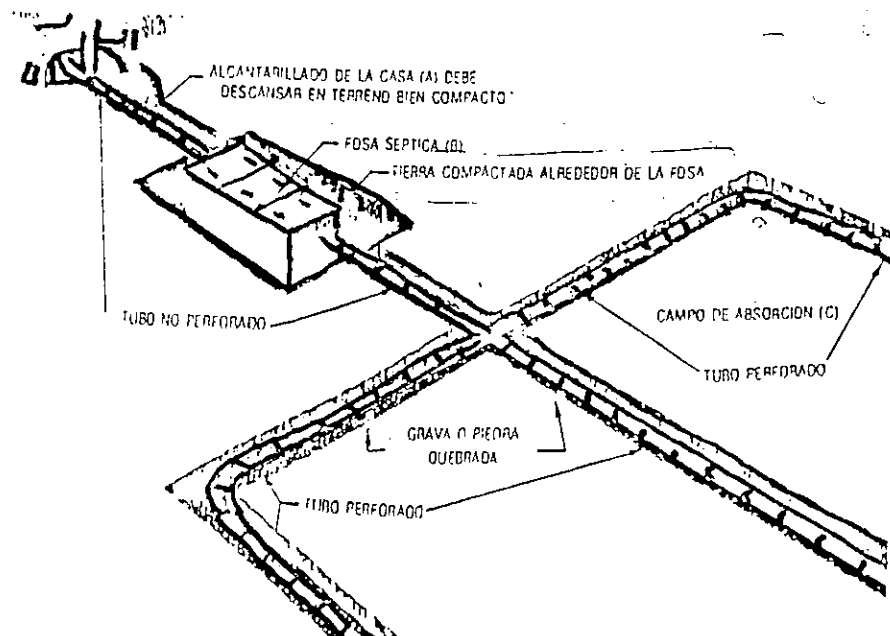
F.2. Tratamiento biológico: Los sólidos o líquidos en la fosa son sometidos a descomposición por procesos naturales y bacteriológicos. Las bacterias presentes son de la variedad llamada anaerobia que proliferan en la ausencia de oxígeno libre. Esta descomposición o tratamiento de aguas negras en condiciones anaerobias es

llamada séptica, de aquí el nombre de la fosa. El agua negra que ha sido sujeta a tal tratamiento causa menos atascamientos que el agua negra no tratada y que contiene la misma cantidad de sólidos en suspensión.

F.3. Almacenamiento de cieno y natas: El cieno es una acumulación de sólidos en el fondo de la fosa, mientras que las natas son un conjunto, parcialmente sumergido, de sólidos flotantes que pueden formarse en la superficie del líquido dentro de la fosa.

Cienos y natas, en un menor grado, serán digeridas y compactadas a un menor volumen. Sin embargo, por eficiente que sea el proceso, siempre permanecerá un residuo sólido de material inerte. Debe haber espacio en la fosa para almacenar este residuo durante el intervalo entre limpiezas; de otra forma, el cieno y las natas podrían ser expulsados finalmente del depósito y podrían obstruir el campo de eliminación.

Si las fosas sépticas se diseñan, construyen, conservan y operan adecuadamente, son efectivas en el desempeño de su función. La posición relativa de una fosa séptica en un sistema típico de eliminación subterránea, se ilustra en la siguiente figura:



Los sólidos más pesados del agua negra se asientan en el fondo del tanque y forman un manto de cieno. Los sólidos más ligeros, incluyen grasas, suben a la superficie y forman una capa de natas. Una porción considerable del cieno y de las natas, se licua a través de la descomposición o digestión. Durante este proceso, el gas es liberado del cieno, que lleva una porción de los sólidos a la superficie, donde se acumulan como natas. Comúnmente se experimenta más digestión en la capa de nata, y una porción se asienta nuevamente hacia el manto de cieno en el fondo. Esta acción se retrasa si existe mucha grasa en la capa de nata. El asentamiento también es retrasado por la gasificación en el manto de cieno. Más aún, existen fluctuaciones mayores de flujo en las fosas pequeñas, que en las grandes. Este efecto se ha tomado en cuenta en la siguiente tabla que presenta las capacidades mínimas de líquido recomendadas para fosas sépticas.

Capacidad del líquido de la fosa

Número de dormitorio	Capacidad mínima para la fosa	Capacidad Dormitorio
2 ó menos	2840 litros	1420 litros
3	3410 litros	1135 litros
4	3785 litros	950 litros

G. Localización: las fosas sépticas deben localizarse donde no provoquen la contaminación de algún pozo, manantial u otra fuente de abastecimiento de agua. La contaminación subterránea puede viajar en cualquier dirección y a distancia considerable, a menos que sea filtrada efectivamente. La contaminación subterránea generalmente se mueve en la misma dirección que el movimiento normal del agua freática en la zona. El nivel de agua freática se

mueve en la dirección de la pendiente o del gradiente del nivel freático, esto es, de las zonas con alto nivel freático a zonas en que el nivel de agua freático es bajo.

En general, el nivel freático sigue el contorno de la superficie del terreno. Por esta razón, las fosas sépticas deben localizarse debajo de pozos y manantiales. Las aguas negras de sistemas de eliminación, contaminan ocasionalmente los pozos que tienen elevaciones superficiales mayores. Obviamente, las elevaciones de un sistema de eliminación son casi siempre mayores que el nivel de agua en dichos pozos, como puede localizarse en la vecindad: de aquí que la contaminación de un sistema de eliminación en una elevación superficial más baja puede, a pesar de ello, viajar hacia abajo, al estrato portador de agua.

Es necesario, por consiguiente, contar con suficiente distancia horizontal y vertical para protección. Las fosas no deben estar a menos de 15 mts. de cualquier fuente de abastecimiento de agua; mayores distancias son preferibles donde sea posible.

La fosa séptica no debe localizarse a menos de 1.5 mts. de cualquier edificio, ya que pueden ocurrir daños estructurales durante su construcción o las filtraciones pueden llegar al sótano. La fosa no debe localizarse en zonas pantanosas, ni en áreas sujetas a inundaciones. En general, la fosa debe localizarse donde se disponga de la mayor área para el campo de eliminación. Debe considerarse la localización desde el punto de vista de limpieza y mantenimiento. Donde se piense instalar alcantarillado público, deben tomarse precauciones en el sistema de fontanería de la casa para poder conectarlo a tal alcantarillado.

H. Afluente:

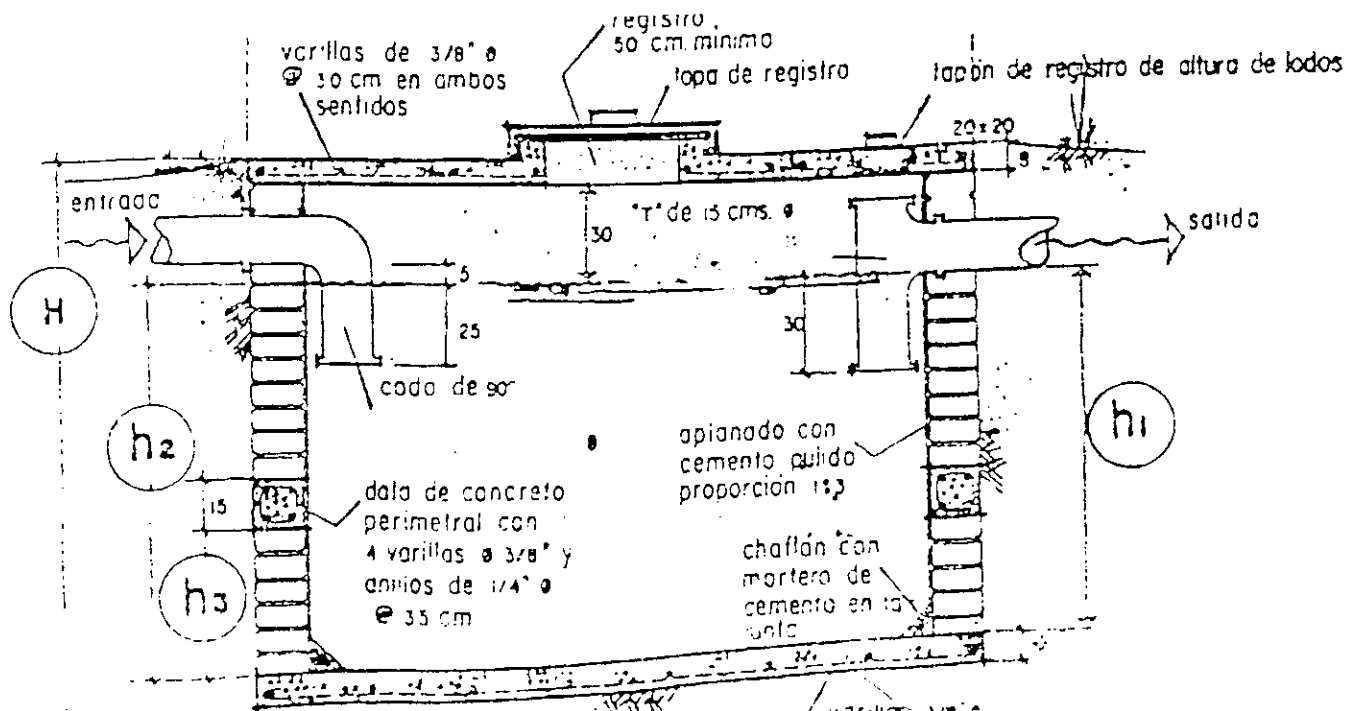
Contrariamente a la creencia popular, las fosas sépticas no efectúan en alto grado la eliminación de bacterias. Aunque las aguas negras experimentan tratamiento al pasar por la fosa, esto significa que se eliminan agentes infecciosos; por lo tanto, los afluentes de una fosa séptica no pueden considerarse potables. El líquido que se descarga de la fosa es, en cierto aspecto, peor que el que entra; es séptico y maloliente. Esto sin embargo no desmerita la

función de la fosa. Como se explicó previamente, su función primordial es condicionar a las aguas negras, de forma tal, que causen menos atascamientos en el campo de eliminación. El tratamiento posterior del afluente que incluye la eliminación de agentes patógenos, se efectúa al filtrarse a través del suelo. Las bacterias productoras de enfermedades morirán, con el tiempo, en el medio ambiente desfavorable que ofrece el suelo. Además, las bacterias son también eliminadas por ciertas fuerzas físicas durante la filtración. Esta combinación de factores da por resultado una eventual purificación del afluente de aguas negras.

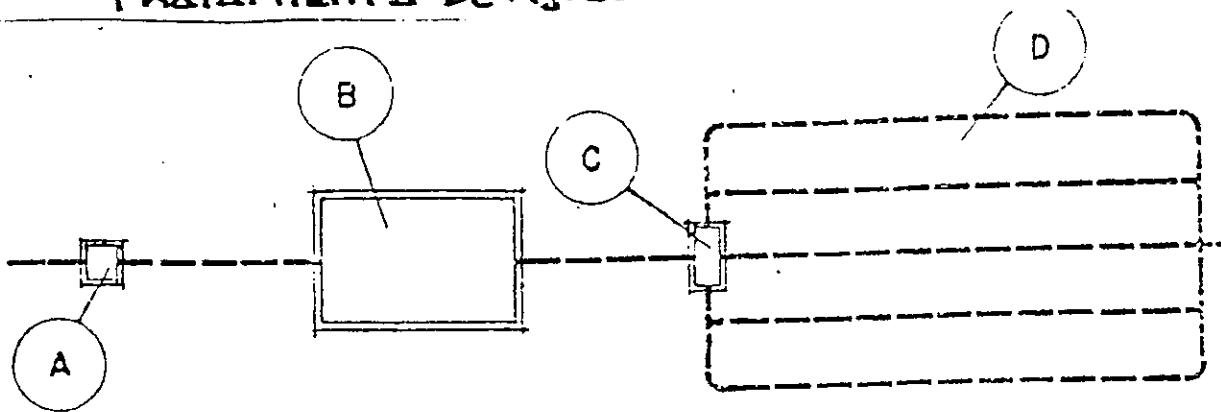
I. Capacidad:

Es una de las consideraciones más importantes en el diseño de una fosa séptica. Los estudios han probado que una capacidad liberal de la fosa, no sólo es importante desde el punto de vista de funcionamiento, sino que también económico. Las capacidades de líquido recomendadas en la tabla de abajo permiten el uso de todos los accesorios de la casa, con trituradores de basura.

(Tomando en cuenta el uso de trituradores de basura, lavadoras de ropa automáticas y otros accesorios del hogar)



TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS POR FOSA SÉPTICA



- A) Trampa de Grasa
- B) Fosa Séptica
- C) Caja de Distribución
- D) Filtros de Absorción

J. Zanjas o Filtros de Absorción:

J.1. Definición:

Como tratamiento secundario se consideró la opción de las zanjas o filtros absorción debido a los siguientes factores:

- 1) Profundidad de la capa freática
- 2) Grado de permeabilidad del suelo

- 3) Proximidad de pozos y manantiales
- 4) Volumen y velocidad del agua superficial.
- 5) Superficie de terreno para evacuación.
- 6) Dirección predominante del viento
- 7) Vegetación del terreno de evacuación y posibles ampliaciones.

J.2. Pasos para el diseño del sistema secundario

J.3. Idoneidad del suelo:

El primer paso en el diseño de sistemas subterráneos de eliminación de aguas negras es determinar si el suelo es apropiado para la absorción del afluente de la fosa séptica y cuánta área se requiere. El suelo debe tener una velocidad de filtración aceptable, sin interferencias del agua freática o de estratos impermeables bajo el nivel del sistema de absorción. En general, deben cumplirse dos condiciones:

- El tiempo de filtrado debe estar dentro de los alcances especificados.
- La elevación estacional máxima del nivel freático debe estar como mínimo, a 1.20 m bajo el fondo de la zanja o pozo de absorción. Las formaciones rocosas u otros estratos impermeables deben estar a una profundidad mayor de 1.20 m bajo el fondo de la zanja o pozo de absorción.

Si no se cumplen estas condiciones, el sitio será impropio para un sistema subterráneo convencional de eliminación de aguas negras.

J.4. Pruebas de Filtración:

Es necesario explorar áreas subterráneas para determinar las formaciones en una zona dada. Una barrena con un mango de extensión se usa frecuentemente para

efectuar las exploraciones. En algunos casos, la observación de cortes en caminos, terrazas de ríos, o excavaciones para edificios, dará información útil. Los registros de pozos o de perforadores de pozos pueden servir de referencia acerca del nivel freático y de las condiciones del subsuelo. En algunas zonas, los estratos del subsuelo varían ampliamente en distancias cortas, y deben verificarse sondeos en el sitio donde se coloque el sistema. Si el subsuelo parece aceptable, a juzgar por otras características, deben ajustarse pruebas de filtración en los puntos y elevaciones seleccionadas como típicas de la zona de donde se localizará el campo de eliminación de aguas negras.

Las pruebas de filtración ayudan a determinar la aceptabilidad del sitio y a establecer las dimensiones de diseño del sistema subterráneo de eliminación. El tiempo requerido variará según los diferentes tipos de suelo. El método más seguro es ejecutar pruebas en agujeros, que se han mantenido llenos de agua, cuando menos durante 4 horas, preferentemente en la noche. Esto es especialmente deseable si va a ejecutar las pruebas una persona sin experiencia, y en algunos suelos es necesario, aun si el individuo ha tenido gran experiencia (como en los suelos que se expanden al humedecerse). Las tasas de filtración deben calcularse sobre la base de los resultados obtenidos de la prueba, después que el suelo ha tenido oportunidad de mojarse o saturarse y expandirse durante 24 horas, por lo menos. Deben ejecutarse bastantes pruebas en agujeros separados para asegurar la validez de los resultados.

La prueba de filtración en el Centro de Ingeniería Sanitaria Robert A. Taft. Reúne estos principios

Su uso se recomienda particularmente cuando el conocimiento de los tipos de suelos y su estructura es limitada. Cuando se dispone de experiencia previa e información sobre las características del suelo, algunas personas prefieren otros procedimientos de prueba de filtración, tales como los creados por Kiker y Ludwig.

J.5. Procedimiento para pruebas de filtración

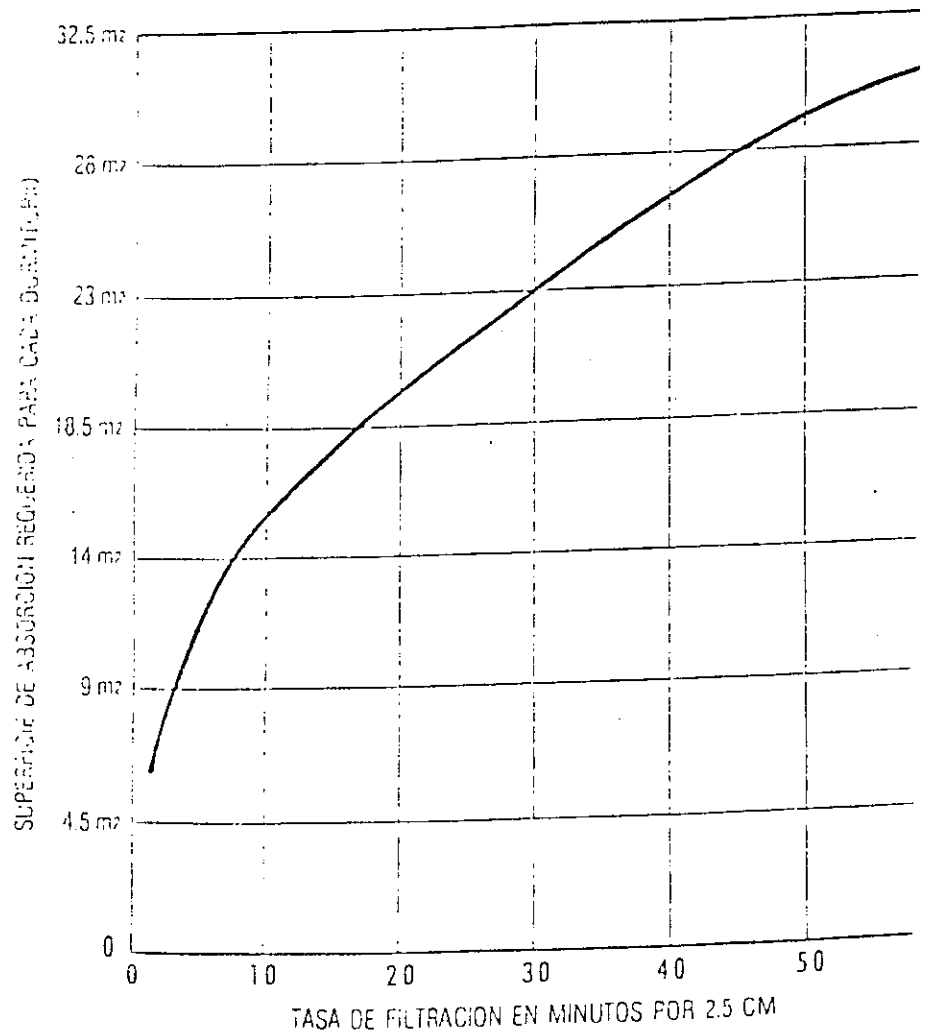
- 1) **Número y localización de las pruebas:** Seis o más pruebas deben realizarse en los agujeros de prueba espaciados uniformemente sobre el sitio propuesto para el campo de absorción.
- 2) **Tipo de agujero de prueba:** Excave o perfore un pozo con dimensiones horizontales, de 10 a 30 cms y lados verticales, hasta la profundidad de la zanja de absorción propuesta, con el objeto de acortar el tiempo, el trabajo y el volumen de agua requerido para la prueba; los agujeros pueden ser perforados con una barrena de 10 cms.
- 3) **Preparación del agujero de prueba:** Rasque cuidadosamente en el fondo y las paredes del agujero con el filo de un cuchillo o un instrumento punzocortante, para remover cualquier superficie de suelo remoldeado y proporcionar una interfaz natural del suelo en la cual pueda filtrarse el agua. Retire todo el material suelto del agujero: agregue 5 cm de arena gruesa o grava para proteger el fondo contra socavaciones y sedimentos.
- 4) **Saturación y expansión del suelo:** Es importante distinguir entre la saturación y la expansión. La saturación significa que los espacios vacíos entre partículas del suelo están llenas de agua. Esto puede llevarse a cabo en poco tiempo. La expansión es provocada por la intrusión de agua dentro de las distintas partículas de suelo. Este es un proceso lento, especialmente en suelos arcillosos, y es la razón por la cual se requiere un período prolongado de remojo. En la mayoría de los suelos es necesario rellenar el agujero, para añadir una reserva de agua, posiblemente mediante un sifón automático, para mantener el agua en el agujero durante 4 horas cuando menos y preferentemente durante la noche. Determine la tasa de filtración 24 horas después de que el agua ha sido colocada por primera vez en el agujero. Este procedimiento es para asegurar que el suelo ha tenido amplia oportunidad de

expansión,), el intervalo de tiempo entre mediciones debe ser de 10 minutos, y la duración de la prueba, una hora. El descenso que ocurra en los últimos 10 minutos se usa para calcular la tasa de filtración.

En zonas donde las velocidades de filtración y las características del suelo son buenas, el siguiente paso, después de ejecutar la prueba de filtración, es determinar el área de absorción requerida de la tabla (abajo), y seleccionar el sistema de absorción que sea satisfactorio para el área en cuestión. Como se ve en la tabla, el suelo donde la velocidad de filtración es menor de 2.5 cm en 30 minutos es inapropiado para pozos de absorción, y si es menor de 2.5 cm en 60 minutos, es inadecuado para cualquier tipo de sistema de absorción que aproveche la absorción del suelo.

Cuando se determina que un sistema de absorción es aprovechable, pueden considerarse tres tipos de diseño:

- 1) Zanjas de absorción
- 2) Lechos de filtración
- 3) Pozos de filtración



expandirse y acercarse a la condición en la que se encontrará durante la estación más húmeda del año. Por lo tanto, la prueba dará resultados comparables en el mismo suelo, sin importar que se ejecute en la época de sequía o lluvias. En suelos arenosos que contienen poca o ninguna arcilla, el procedimiento de expansión no es esencial y la prueba puede ejecutarse tal como se describirá en el inciso ©, después de que el agua del primer llenado se ha filtrado totalmente.

J.6. Mediciones de la tasa de filtración:

- A) Si el agua permanece en el agujero después del período nocturno de expansión, ajuste la profundidad aproximadamente a 15 cm sobre la grava. Desde un punto de referencia fijo, mida el descenso del nivel de agua durante un período de 30 minutos. Este descenso se usa para calcular la tasa de filtraciones.
- B) Si el agua no permanece en el agujero después del período nocturno de expansión, añada agua limpia hasta que la profundidad del agua quede aproximadamente a 15 cms sobre la grava. Desde un punto de referencia fijo, mida el descenso del nivel de agua a intervalos de 30 minutos aproximadamente, durante 4 horas para añadir 15 cm sobre la grava, cuando sea necesario. El descenso que ocurre durante el período final de 30 minutos se usa para calcular la tasa de filtración. Los descensos, durante los períodos anteriores, proporcionan información para posibles modificaciones del procedimiento para ajustarse a las circunstancias locales.
- C) En suelos arenosos (o algunos otros donde los primeros 15 cm de agua se filtran en menos de 30 minutos, después del período nocturno de

La selección del sistema de absorción depende, en cierto grado, de la localidad del sistema en el área que se considera. Debe mantenerse una distancia prudente entre el sitio y cualquier fuente de agua potable. Puesto que la distancia a la que la contaminación puede llegar, bajo la tierra, depende de numerosos factores que incluyen las características de las formaciones del subsuelo y del volumen de aguas negras descargado, ninguna distancia predeterminada será absolutamente segura en todas las localidades. Ordinariamente, por supuesto, entre mayor sea la distancia, mayor será la seguridad proporcionada. En general, la localización de componentes de sistemas de eliminación de aguas negras debe ser como se muestra en la siguiente tabla.

Distancia horizontal (metros)

Componente del Sistema	Pozo	Tubería	Habitaciones	Límite Propio
Alcantarillado	15	3	----	-----
Fosa séptica	15	3	1.5	3
Campo eliminación	30.5	7.5	6	1.5
Pozo filtración	30.5	15	6	3
Pozo negro	45.5	15	6	4.5

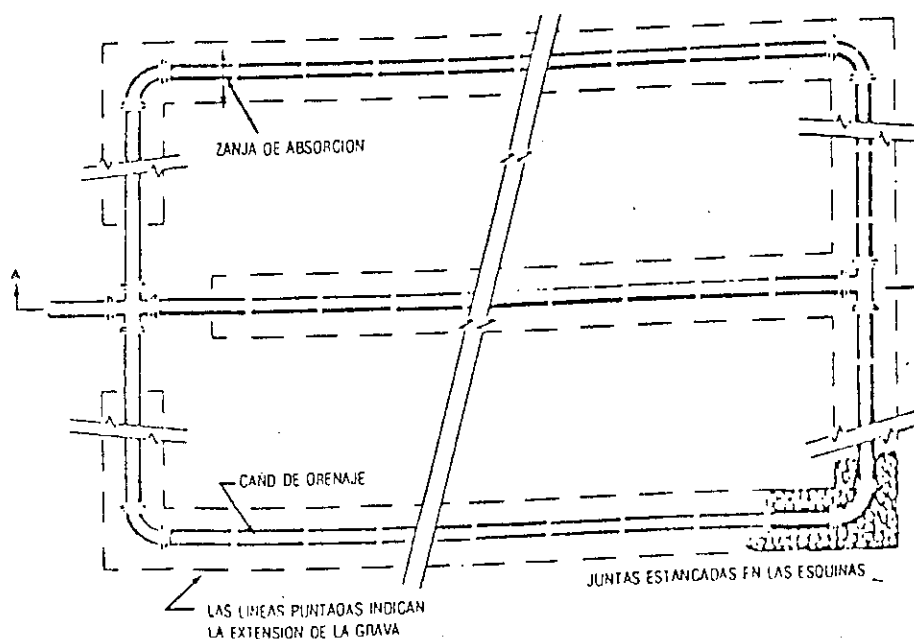
Los pozos de filtración no deben usarse en zonas donde el abastecimiento de agua para el hogar se obtiene de pozos poco profundos, o en donde existan formaciones de caliza y hundidos, que conecten a canales subterráneos a través de los cuales puede llegar la contaminación a fuentes de agua potable.

Los detalles relativos a pozos locales de agua, tales como profundidad, tipo de construcción, zona de influencia vertical, etc., junto con los datos sobre las formaciones geológicas y porosidad de los estratos del subsuelo, deben considerarse al determinar la distancia aceptable entre pozos y sistemas de eliminación subterráneos.

K. Zanjas de absorción:

Un campo de absorción se hace con el siguiente material: tramos de tubo de 30 cm de longitud, de 4 pulgadas (10.1 cm), 60 a 90 cm de largo de tubería para alcantarillado de tubo no metálico perforado. En zonas que tienen características excepcionales de suelo y agua, la experiencia local debe revisarse antes de seleccionar los materiales de la tubería. Los ramales individuales, de preferencia, no deben ser mayores de 30.5 cm de largo, y el fondo de la zanja y distribución de la tubería deben nivelarse. El uso de más ramales cortos es preferible debido a que, si algo sucede en alguna línea, la mayor parte del campo continuará en servicio. Desde un punto de vista teórico del flujo de humedad, un espaciamiento del doble de espesor de grava evitará el congestionamiento de la capacidad de filtración del suelo adyacente.

Pueden usarse muchos diseños diferentes al hacer el croquis de los campos subterráneos de eliminación. La selección final puede depender del tamaño y forma de la zona de eliminación disponible, la capacidad requerida y la topografía del área de eliminación. (ver dibujo abajo).



Para proporcionar la profundidad mínima de grava y de cubierta de tierra, la profundidad de las zanjas debe ser cuando menos de 60 cm. Puede requerirse una profundidad adicional para ajustes, grava extra bajo el tubo o para otros propósitos del diseño. El mantenimiento de una separación de 1.20 m entre el fondo de la zanja y el nivel de agua freática, es necesario para reducir el riesgo de contaminación. Es importante, durante la construcción, asegurar que la tubería de pvc esté rodeada de grava. Deben aislarse los tubos bajo caminos u otras superficies.

Las áreas de absorción requeridas se basan en los resultados de las pruebas de filtración y pueden obtenerse de la tabla anterior.

VIII. REGLAMENTOS

Parámetros de control

A. Al reglamento que controla los sistemas individuales de eliminación de aguas negras

Un reglamento que define y regula los sistemas individuales de eliminación de aguas negras requiere de un mínimo de normas que rijan el diseño, construcción e instalación de sistemas de fosa séptica que aprovechan la absorción del suelo, letrinas y excusados de tipo químico, que autorizan las conclusiones de los permisos y proponen castigos para las violaciones.

Para los propósitos de este reglamento, las siguientes palabras y frases deben tener el significado que se les aplica en esta sección.

- 1) **Oficial de Salud:** Es la autoridad legal designada o su representante autorizado.
- 2) **Sistema individual de eliminación:** Es un sistema de eliminación de aguas negras, que no es público ni comunal, y que recibe, ya sea deyecciones del hombre o líquidos de desperdicio, o ambos. Incluidos dentro del enfoque de esta definición, están los sistemas de fosa séptica que aprovechan la absorción del suelo, letrinas y excusados de tipo químico, y otros tipos que pueden prescribir en reglamentos el funcionamiento de salud.
- 3) **Permiso:** Es expedido por el funcionario de salud, en el cual se permite la construcción de un sistema individual de eliminación de aguas negras bajo los términos de este reglamento.
- 4) **Persona:** debe entenderse como el individuo, compañía pública o privada, sociedad u otra entidad.

B. Requisitos para sistemas individuales de eliminación de aguas negras:

- 1) El funcionario de salud de La Gomera, Escuintla, para proteger la salud y seguridad de los habitantes de la Lotificación La Prosperidad y del público en general, está autorizado y se le

ordena, después de audiencia pública, para promulgar y enmendar, de tiempo en tiempo, los reglamentos que establecen el mínimo de especificaciones que rigen el diseño, construcción, instalación y operación de sistemas individuales de eliminación de aguas negras. Tales reglamentos deben establecer el mínimo de especificaciones que, a juicio del funcionario salud, aseguren que los desechos descargados en los diferentes sistemas de eliminación de aguas negras:

- 1) No contaminen alguna fuente de agua potable.
- 2) No sean accesibles a insectos, roedores u otros posibles transmisores de enfermedades que puedan entrar en contacto con alimentos o agua potable.
- 3) No contaminen las aguas de alguna playa, balneario, campo de cultivo de mariscos o corrientes usadas para propósitos de abastecimientos de agua, públicos o privados, o para propósitos recreativos.
- 4) No sean un peligro para la salud al ser accesibles a niños.
- 5) No den lugar a molestias por malos olores o aspecto antiestético.
- 6) No violen ley o reglamento alguno referente o contaminación de agua o eliminación de aguas negras.

Nota: el funcionario de salud está autorizado para promulgar tantos reglamentos adicionales como sean necesarios, a su juicio, para que se cumpla lo previsto en este reglamento.

C. Permisos:

- 1) Será ilegal para cualquier persona construir o ampliar sistemas individuales para eliminación de aguas negras dentro de la lotificación a menos que obtenga un permiso válido, expedido por el funcionario de salud a nombre de tales personas, para la construcción específica, alteración o ampliación propuesta.

- 2) Todas las solicitudes para permisos deben dirigirse al funcionario de salud, quien expedirá el permiso a satisfacción del solicitante, con las disposiciones de este reglamento y cualquier otro reglamento que se adopte después.
- 3) El funcionario de salud puede rehusarse a otorgar un permiso para la construcción de un sistema individual de eliminación de aguas negras, cuando existan sistemas de alcantarillado públicos o comunales.
- 4) Las solicitudes para permisos deben ser escritas y firmadas por el solicitante, número del lote y manzana donde se localice la propiedad en la cual se propone la construcción, alteración o ampliación.
- 5) El plano completo de la instalación para eliminación propuesta, con los datos fundamentales si es necesario, atestiguado a su satisfacción el mínimo de especificaciones del funcionario de salud.
- 6) El plano completo para obtener el permiso que debe ser expedido por el funcionario de salud, debe incluir:
 - 6.1) El número, localización y tamaño de todas las instalaciones, para eliminar aguas negras, por construir, modificar o ampliar.
 - 6.2) La localización de fuentes de agua, tubería de agua potable, instalaciones existentes para eliminación de aguas negras, edificios o habitaciones y límites de los predios vecinos.
 - 6.3) Planos de las instalaciones para eliminación de aguas negras, por construir, modificar o ampliar.
- 7) Cualquier persona cuya solicitud para un permiso bajo este reglamento sea denegada puede pedir y le será concedida, una audiencia sobre el particular, ante el funcionario de salud, dentro de los 30 días después de recibir la demand

D. Inspecciones:

El funcionario de salud está autorizado y obligado a efectuar tantas inspecciones como sean necesarias, para determinar satisfactoriamente el cumplimiento de este reglamento y las leyes que se promulguen por este motivo. Será deber del propietario u ocupante de la propiedad, dar libre acceso al funcionario de salud a su propiedad, a intervalos razonables, con el propósito de efectuar las inspecciones necesarias para determinar el cumplimiento de los requisitos de este reglamento y las leyes que de él deriven.

IX. DISEÑOS

A. Diseño del sistema de tratamiento.

A continuación se detallarán los pasos que se realizaron para el diseño de las fosas sépticas de los distintos sectores así como de los filtros de absorción.

Básicamente, la lotificación se encuentra dividida en 5 sectores (a-b-c-d-e) de los cuales el sector E es el último para su desarrollo.

Debido a la magnitud del proyecto se dispuso de una ó dos fosas sépticas por sector que dependen de la magnitud de descarga que aportarán los lotes de determinado sector.

Para los factores de consumo uno puede ajustarse a las tablas de diseño determinadas; pero para el tipo de lotificación, como es La Prosperidad se puede caer en el error de sobrediseñar o todo el contrario debido a que los costos no son los mismos en las áreas urbanas y rurales; especialmente sin es en un área rural con un proyecto destinado al sector económico bajo.

Así, para una casa de tres dormitorios en un lote donde la mínima relación de filtración fue 2.5 cm en 15 minutos, el área de absorción necesaria será 3 dormitorios x 17.5 cms. cuadrados, es decir, 53 metros cuadrados, aproximadamente. Para zanjas de 60 cm de ancho, con 15 cm de grava bajo el tubo de drenaje, la longitud total de la zanja será de 171 dividido 2 es decir 85.5 m. Si esto se divide en cinco porciones (esto es 5 ramales) la longitud de cada línea será 85.5 dividido 5, es decir 17.1 m. El espaciamiento entre zanjas generalmente está gobernado por consideraciones constructivas de índole práctica que depende del tipo de equipo, seguridad, etc. Para distribución en serie sobre terreno con pendiente, las zanjas deben separarse 1.8 m para evitar cortocircuitos. La tabla expuesta anteriormente proporciona las diferentes distancias que el sistema debe guardar respecto a pozos, habitaciones, etc.

En el ejemplo citado, las zanjas tienen 60 cm de ancho x 5 zanjas = 3 m, más 1.8 m entre zanjas x 4 espacios = 7.2 m. El ancho total de 10.4 m x 17.4 m = 180 metros cuadrados, más el terreno adicional para mantener al campo alejado de pozos, límites de la propiedad, etc.

B. Fosas sépticas

El primer paso es diseñar las fosas sépticas, ya que constituyen el sistema primario de purificación.

Los datos son los siguientes:

Número de personas servidas por galones de drenaje
por persona = capacidad

1 pie cúbico = 7.48 galones

1 galón = 0.13 pies cúbicos

Longitud del tanque = 2 veces el ancho

Profundidad mínima del líquido = 1.07 metros.

Sector A:

a) Descargan 393 lotes

b) Promedio de 4 habitantes por lote

c) Factor de consumo (según estudio de la Municipalidad de La Gomera) de 50 litros al día por cada habitante (50 lts-hab-día).

d) H mínimo = 1.20 metros

a) H utilizado = 1.33 metros

b) Ancho = a

c) Longitud = 2^a

Conversión:

50 litros x habitante x día = 78600 litros/ día

Cálculo

Volumen = 1.33 x 2a x a = 78.6 metros cúbicos

$$A = (78.6)/(1.33 \times 2) = 29.60$$

A= 5.44 metros.

L= 2^a = 10.88 metros.

Por lo tanto, las medidas de la fosa, según los cálculos deberán ser

H= 1.33 metros

L= 10.88 metros

A= 5.44 metros

Para una capacidad de almacenaje de 80 metros cúbicos.

Para evitar sobrecargas futuras, así como por la ubicación de lotes, se consideró realizar 2 fosas sépticas para una capacidad de 177 metros cúbicos.

Este cambio se tomó en cuenta para cualquier error en el cálculo de la capacidad del sector. También se verificó que por la cantidad de lotes y la distancia de conducción del drenaje, se economizaría al cavar una fosa un poco más pequeña y evitar la compra del material de pvc necesario para conducir los desechos del resto de lotes a una misma fosa.

Por lo tanto, las fosas se quedan con las siguientes medidas:

Fosa 1:

H = 1.33 metros

L= 8.50 metros

A = 6 metros

Fosa 2:

H = 1.34 metros

L = 8.50 metros

A = 4.30 metros

A continuación se detallan las medidas de las fosas sépticas del resto de sectores, pero se realizó el mismo cálculo para todos los sectores de la lotificación, pero con sus distintos datos de habitantes.

Sector B:

1) Descargan 1320 lotes

2) 5280 habitantes

Fosa 1:

H = 1.30 metros

L = 8.00 metros

A = 5.00 metros

Fosa 2:

H = 1.26 metros

L = 8.00 metros

A = 4.00 metros

Sector C:

1) Descargan 220 lotes

2) 880 habitantes

Fosa 1:

H = 1.30 metros

L = 9.00 metros

A = 6.00 metros

Debido a que el sector C, por diseño hidráulico, no permite la construcción de 2 fosas, se construirá sólo una, un poco más grande de lo requerido en el diseño.

Sector D:

1) Descargan 343 lotes

2) 1372 habitantes

Fosa 1:

H = 1.33 metros

L = 8.50 metros

A = 5.50 metros

Fosa 2:

H = 1.29 metros

L = 8.75 metros

A = 5.75 metros

B.1. Fosa Séptica para la distribución a los Filtros de Absorción

Esta fosa es la encargada de acumular y distribuir rápidamente todas las aguas negras que pasaron ya por las primeras fosas sépticas y tuvieron un tratamiento primario; pero aún conducen sólidos, aunque no en las mismas proporciones.

Esta fosa realiza una segunda purificación y funciona como caja de distribución al campo de tratamiento.

- 1) Descargan 1164 lotes
- 2) 4,656 habitantes
- 3) 232,800 litros por día = 61,587.30 galones por día

Según el cálculo teórico, los resultados son los siguientes:

H = 1.33 metros

L = 18.71 metros

A = 9.35 metros

Para una capacidad de almacenaje de 232.67 metros cúbicos.

La velocidad del agua dentro de los tanques es de 0.30 metros x hora como máximo; y un período de retención de 8 horas (hasta 10000 galones por día).

Si creemos que las fosas sépticas retendrán 8,000 galones cada una por día, la fosa secundaria de distribución recibirá aproximadamente 5587.30 galones por día.

Es decir que recibirá en su máxima demanda la undécima parte diaria de lo que nos dio el diseño teórico; por lo tanto se disminuirán las dimensiones de la fosa por motivos económicos y de topografía del área de tratamiento.

Se previó que la fosa fuera así, funcional, y que cubriera los días críticos de demanda.

Fosa de distribución:

H = 1.33 metros

L = 8.00 metros

A = 3.75 metros

Para una capacidad de 40 metros cúbicos.

6.3 Filtros de Absorción

El primer paso para el diseño de los filtros de absorción es encontrar el *Coficiente Racional de Percolación* .

$C = (T+6.24)/(29)$ (Ingenieros del departamento de salubridad de New York).

C es expresado en pies cuadrados de fondo del filtro de absorción por cada galón de agua usado diariamente.

T es el tiempo en minutos para que el agua baje una pulgada después de la saturación.

Tabla

Si $C = 0.2$ usar $A = 0.30$ $A =$ ancho de la zanja

Si $C = 0.4$ usar $A = 0.45$

Si $C = 0.4$ a 1.00 usar $A = 0.60$

Si $C = 1$ a 2.3 usar $A = 0.75$

Se pueden interpolar los datos para la información que no aparecen en la tabla.

El siguiente cuadro nos da la información necesaria para las residencias.

En pozos de absorción se tomará la superficie de la envolvente del pozo.

Velocidad de infiltración	Superficie necesaria en
T en minutos de abatimiento	metros cuadrados por
De 5 cms.	recámara en filtros.
2	6.5
3	---
4	8.0
5	---
6	9.3
7	---
8	10.8
9	---
10	11.5
20	15.2
30	17.5
60	23.2
90	27.8
120	31.6

Tiempos tomados en la obra La Prosperidad (pruebas de infiltración)

T1 = 3.20

T2 = 3.40

T3 = 3.18

T4 = 3.02

T5 = 3.05

T6 = 3.12

T promedio = 3.1616 = 3.16

Datos:

- a) 1164 lotes
- b) 4 habitantes por lote
- c) consumo de 50 litros x persona x día

Cálculo:

$$Q = 4,656 \text{ habitantes} \times 50 \text{ litros diarios} = 232,800 \text{ litros / día}$$

$$Q = (232800)/(3.785) = 61505.94 \text{ galones por día}$$

$$C = (T + 6.24) / (29) = (3.16 + 6.24)/(29) = 0.32$$

$$\text{Area total} = Q \times C = (61505.94) \times (0.32) = 19681.90 \text{ pies cuadrados.}$$

$$\text{Zanja} = 1.20 \text{ metros} = \text{a pies}$$

$$L = \text{longitud total de zanjas} = (19681.90)/(4) = 4920.47 \text{ pies}$$

$$L = 1,499.76 \text{ metros}$$

Por lo tanto, el campo de absorción debe contar con 1,499.76 metros longitudinales de zanja, con un ancho de 1.20 metros.

X. METODOS CONSTRUCTIVOS DE FILTROS DE ABSORCION

A. Zanjas ó Filtros de Absorción:

Cuando se usan las zanjas de filtración, deben observarse los siguientes procedimientos de diseño y construcción, propuestos para rellenos de roca o material de empaque, para sistemas adecuados de distribución y para protección del área de absorción:

- 1) La cantidad de área de fondo de absorción requerida debe ser la mostrada en la siguiente tabla:

Tasas de filtraciones por dormitorio (tiempo para que el agua baje 2.5 cm en minuto)	Area de absorción metros cuadrados
1 ó menos	6.5
2	7.9
3	9.3
4	10.7
5	11.6
10	15.3
15	17.7
30	23.2
45	27.9
60	30.7

- 2) Las pruebas de filtración se deben hacer como se describieron con anterioridad en este trabajo.
- 3) El lecho debe tener una profundidad mínima de 60 cm bajo el nivel natural del terreno, para proporcionar una cubierta de relleno de tierra mínimo de 30 cm.

- 4) El lecho debe tener una profundidad mínima de 30 cm de relleno de roca o material de empaque que se extienda, cuando menos, 5 cm arriba y 15 cm abajo del tubo de distribución.
- 5) El fondo del lecho y de la tubería de distribución, o tubo de perforado, deben nivelarse.
- 6) Las líneas para distribuir el afluente deben estar separadas no más de 1.8 m, entre sí, y no más de 90 cm de las paredes laterales del lecho.
- 7) Cuando se use más de un lecho: a) debe haber un mínimo de 1.8 m de tierra intacta entre los lechos adyacentes y b) los lechos deben estar conectados en serie, de acuerdo con la sección relativa a distribución en serie que es descrita más adelante.

B. Cajas de distribución:

- 1) Las cajas de distribución pueden eliminarse en los sistemas de fosa séptica que aprovechan la absorción del suelo, a favor de algún otro método de distribución, sin inducir mayores fallas en los campos de eliminación. De hecho, la evidencia indica que las cajas de distribución, tal como se usan ahora, pueden ser dañinas al sistema.
- 2) Los datos indican que en terreno plano no es necesaria una distribución igual, si el sistema se diseña en tal forma que una zanja sobrecargada pueda devolver el agua drenada a las demás zanjas, antes de que la falla ocurra.
- 3) En terreno inclinado se requiere un método de distribución para prevenir levantamiento excesivo de carga y falla de cualquiera de las zanjas, antes de que la capacidad del sistema completo sea utilizada. Es dudoso que las cajas de distribución, tal como se usan actualmente, permitan una distribución uniforme. Más bien, actúan como dispositivos desviadores que envían la mayor parte del líquido a una parte del sistema. Por las razones anteriores, se recomienda que las cajas de distribución no se usen para sistemas individuales de eliminación de aguas negras.

C. Distribución en Serie:

La distribución en serie se lleva a cabo al disponer las zanjas individuales del sistema de absorción en tal forma, que cada zanja sea forzada a inundarse a la profundidad total del relleno de grava, antes de que el líquido fluya en las zanjas subsecuentes.

La distribución en serie tiene las siguientes ventajas:

- 1) La distribución en serie minimiza la importancia de los distintos coeficientes de absorción, al forzar a que cada zanja absorba el afluente hasta que su máxima capacidad sea utilizada. La variabilidad de los suelos, aun en la pequeña área de un campo individual de absorción, hace dudar de la conveniencia de una distribución uniforme. Un factor o la combinación de varios, puede conducir a una capacidad de absorción no uniforme de las diferentes zanjas del sistema. Las variantes características físicas y químicas de un suelo: los daños de la construcción, tales como remoldeo del suelo. O compactación excesiva: el deficiente drenaje de superficie, y las variaciones en la profundidad de las zanjas, son algunos de los factores considerados.
- 2) La distribución en serie es causa de que las zanjas sucesivas, en el sistema de absorción, se usen a su máxima capacidad. La distribución en serie tiene una ventaja diferente en terreno inclinado. Con divisiones imperfectas del flujo de un sistema paralelo, una zanja puede sobrecargarse. Si la pendiente del terreno y la elevación de la caja de distribución fueran tales que una zanja sobrecargada continuara con más afluente del que pudiera absorber, ocurriría una falla local antes de que se utilizase la capacidad total del sistema.
- 3) El costo de la caja de distribución se elimina en la distribución en serie.

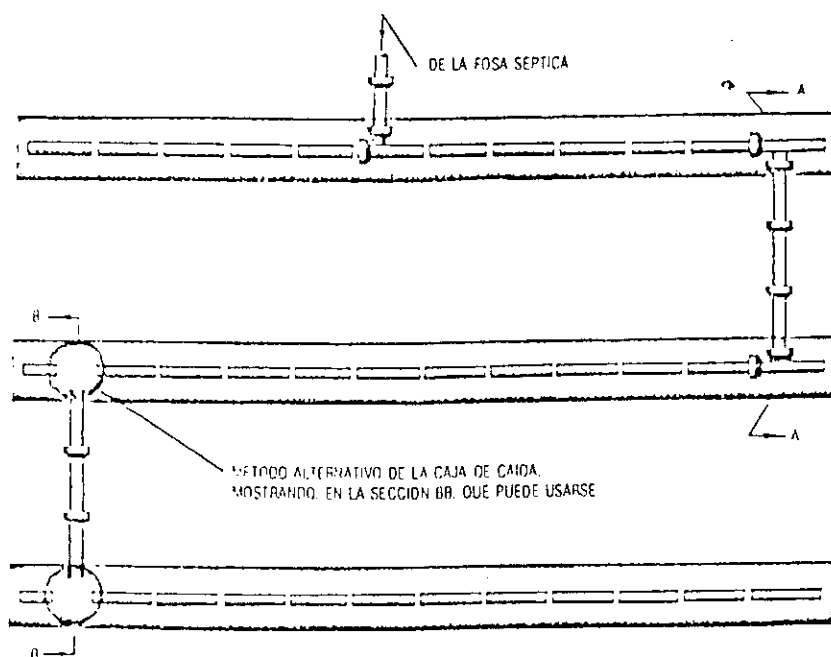
También los tramos largos de tubo cerrado, que conectan la caja con cada zanja, son innecesarios.

Campos en zonas planas:

Donde la pendiente de la superficie del terreno no excede 15 cm en cualquier dirección, dentro del área utilizada para el campo de absorción, el afluente de la fosa séptica puede aplicarse al campo de absorción a través de un sistema de tuberías de drenaje y zanjas interconectadas en un sistema continuo. El siguiente criterio específico debe seguirse:

- 1) Un mínimo de 30 cm de cubierta de tierra se proporciona sobre el relleno de grava en todas las zanjas del sistema.
- 2) El fondo de las zanjas y las líneas de distribución debe nivelarse.
- 3) Un tipo de sistema satisfactorio de absorción para el terreno.

En la distribución en serie, cada zanja adyacente (o par de zanjas) se conecta a la siguiente, mediante una línea de tubos cerrados, apoyada sobre una sección del terreno intacto, como se muestra en la figura de abajo.



El arreglo es tal, que todo el afluente se descarga en la primera zanja hasta quedar llena. A continuación, el exceso de líquido es llevado mediante una línea cerrada, hasta la zanja siguiente más baja. En esa forma, cada porción del sistema subterráneo es utilizada en sucesión. Cuando se usa la distribución en serie, deben seguirse los siguientes procedimientos de diseño y construcción:

- 1) El fondo de cada zanja y su línea de distribución deben ser nivelados.
- 2) Debe haber un mínimo de 30 cm de cubierta de tierra sobre el relleno de las zanjas.
- 3) Las zanjas de absorción deben seguir, aproximadamente, los contornos de la superficie del terreno para que las variaciones en la profundidad de las zanjas sean mínimas.
- 4) Debe haber un mínimo de 1.8 m de tierra inalteradas entre las zanjas adyacentes y entre la fosa séptica y la zanja más próxima.
- 5) Pueden conectarse zanjas adyacentes con la línea de alivio o con un arreglo de cada caída como se mostró en la figura anterior; de tal forma que cada zanja es llenada con el afluente de la fosa séptica, hasta la profundidad total de la grava, antes de que el afluente fluya a las zanjas subsecuentes
 - a) Las líneas de conexión de las zanjas deben ser albañales de 4 pulgadas 10.1 cm de diámetro, con juntas de estancas y conexiones directas a las líneas de distribución en zanjas adyacentes o a arreglos de cajas de caída.
 - b) Debe tenerse cuidado, al construir líneas de alivio, de asegurar que hay un bloque de tierra intacta entre las zanjas. La zanja para el tubo de alivio, donde se conecta con la zanja procedente de absorción, debe escarbarse no más profundamente que la parte superior de la grava.
 - c) La línea de alivio debe descansar sobre suelo intacto, y el relleno debe ser cuidadosamente compactado.
 - d) Las líneas de alivio que unen zanjas individuales deben estar lo más separadas, para evitar un cortocircuito.

- 6) La plantilla del tubo de derrame, en la primera línea de alivio, debe estar como mínimo, 10 cm más baja que la plantilla de la salida de la fosa séptica.
- 7) Los demás detalles constructivos del campo de eliminación son los mismos que ya se detallaron .

D. Consideraciones de construcción:

Es importante una construcción cuidadosa para obtener un sistema de absorción satisfactorio. Debe darse atención a la protección de las propiedades naturales de absorción del suelo yd debe tenerse cuidado para evitar sellamiento de la superficie del fondo y lados de la zanja.

Las zanjas no deben excavar cuando el suelo esté suficientemente húmedo para remodelarse o compactarse fácilmente. La humedad del suelo será correcta para trabajar en forma adecuada sólo cuando al apretarse en las manos se moldee con mucha presión. Las zanjas abiertas deben protegerse de escurrimientos superficiales para evitar la entrada de limo y desechos.

Si es necesario caminar en la zanja, una tabla provisional que descansa en el fondo reducirá el daño. En cierta medida, el remoldeo y el daño ocurrirán de cualquier forma.

Todas las superficies remodeladas o compactas deben rastrillarse a una profundidad de 2.5 cm, y el material suelto retirarlo antes de colocar la grava en la zanja.

El tubo, que descansa en una zanja de ancho y profundidad suficientes, debe rodearse con grava graduada o roca, pedazos de tabique de arcilla fuertemente calcinados, o agregados similares, todos limpios. El material puede variar en tamaño de 1.2 a 6.3 cm. No se recomiendan cenizas, conchas quebradas o materiales similares, debido a que generalmente son demasiado finos y pueden provocar atascamiento u obstrucción prematuro.

El material debe extenderse desde 5 centímetros como mínimo, arriba de la parte superior del tubo, hasta 15 cm, bajo el fondo del tubo. Si se usa tubo de barro, la mitad superior de las juntas deben cubrirse.

Los conectores de tubos de drenaje, collarines, grapas y otros separadores con cubiertas para la mitad superior de las juntas, son valiosos para obtener un espaciamiento uniforme,

alineamiento apropiado y protección de las juntas de barro, pero el uso de tales accesorios es opcional. Estos accesorios son de hierro galvanizado, cobre y plástico.

Se ha encontrado que el problema de las raíces puede resolverse mejor, al aumentar la grava alrededor del tubo. Los atascamientos debido a raíces han ocurrido, sobre todo, en tuberías con grava insuficiente bajo el drenaje.

Más aún, las raíces buscan el sitio donde las condiciones de humedad son más favorables para crecer y, en la mayoría de los casos en que se vuelven un problema en instalaciones bien diseñadas, hay generalmente una explicación que incluye las condiciones de humedad. En una residencia que se usa solamente en verano, por ejemplo, las raíces tienden a penetrar más cuando la casa está deshabitada, o cuando la humedad inmediatamente abajo o alrededor de la grava se vuelve menos abundante que durante el período en que el sistema está en uso. En general, las zanjas construidas dentro de una distancia de 3m de árboles grandes o arbustos densos, deben tener, cuando menos, 30 cm de grava o piedra quebrada bajo el tubo.

Si hay árboles cerca del sistema de eliminación de aguas negras, pueden preverse dificultades con raíces que penetren las líneas de alcantarillado deficientemente acopladas.

La parte superior de una zanja nueva de absorción debe ser apisonada a mano y sobre rellenada con 10 a 15 cm de tierra. A menos que se haga esto, la parte superior de la zanja puede asentarse hasta un punto inferior a la superficie de la tierra adyacente. Esto causará la acumulación de agua de lluvia en la zanja, lo cual puede conducir a una prematura saturación del campo de absorción y, posiblemente, a un deslave completo de la zanja.

Deben prohibirse las máquinas apisonadora o el relleno hidráulico de la zanja.

Cuando se usa terreno con pendiente para la zona de eliminación, generalmente es necesario construir un pequeño dique temporal, o una zanja superficial para desviar el agua, arriba del campo, para evitar que la zona de eliminación sea deslavada por la lluvia. El dique debe mantenerse bien o la zanja ha de librarse de obstrucciones hasta que el campo se cubra ampliamente con vegetación.

Un vehículo pesado rompería el drenaje en campos de absorción poco profundos. Por esta razón, la maquinaria pesada debe excluirse del área de eliminación, a menos que se ejecuten trabajos especiales para soportar el peso.

Todo el trabajo de maquinaria debe concluir antes que el campo se establezca.

El uso de la zona del campo debe restringirse a actividades que no contribuyan a la compactación del suelo, con la consecuente reducción en la aireación del mismo.

E. Lechos de filtración ó filtros de absorción:

La práctica común de diseño de sistemas de absorción para residencias particulares, proporciona anchos de zanjas mayores de 90 cm. En muchas zonas se han usado variaciones del diseño, donde se utilizan anchuras mayores. Los sistemas de absorción que tienen zanjas más anchas de 90 cm se denominan lechos de filtración o filtros de absorción. El diseño de zanjas se basa en una relación empírica entre la prueba de filtración y el área del fondo de las zanjas. El uso de lechos de filtración se ha limitado por falta de experiencia sobre su funcionamiento y la ausencia de normas de diseños comparables con los de zanjas.

Los estudios auspiciados por la Administración Federal de la Vivienda de E.U.A. han demostrado que el lecho de filtración es un recurso satisfactorio para eliminar el afluente en suelos que son aceptables para sistemas de absorción. Los estudios han demostrado que las relaciones empíricas, entre las pruebas de filtración y el área de fondo requerida para las zanjas, son aplicables a los lechos de filtración o filtros de absorción.

Hay tres elementos principales de un lecho de filtración: 1) la superficie de absorción, 2) el relleno de roca o material de empaque y, 3) el sistema de distribución. El diseño de un lecho de filtración debe ser tal, que se garantice el área total de absorción propuesta, se proporcione suficiente material de empaque en el lugar adecuado para permitir el tratamiento posterior y el almacenamiento del líquido excedente, y el medio para distribuir el afluente se proteja contra la filtración de limo del relleno de tierra y de daños mecánicos. Los detalles de construcción para un lecho de filtración convencional se describen en los siguientes renglones, en tal forma que estos elementos principales de diseño se incorporen. La tabulación de los detalles constructivos, para un lecho de filtración convencional, no intenta sustituir otros diseños que puedan proporcionar los conceptos esenciales de la manera más económica deseable. Específicamente, puede haber métodos igualmente aceptables, o aun

superiores, establecidos para distribuir el líquido por tubo de drenaje o tubo perforado cubierto con grava.

El uso de lechos de filtración ofrece las siguientes ventajas:

- 1) Una cama ancha hace más eficiente el uso del terreno disponible para sistema de absorción que series de zanjas angostas y largas con tierra desperdiciada entre las zanjas.
- 2) Puede hacerse uso suficiente de gran variedad de equipo para movimiento de tierra, al utilizar en proyectos de casas para otros depósitos, tales como excavación de cimientos y del terreno, lo cual redundará en ahorro del costo del sistema.

Ahora que se definió la selección, diseño y uso del tratamiento secundario, es importante describir cuáles fueron los parámetros para la selección de las fosas sépticas que se utilizan en la lotificación La Prosperidad, La Gomera, Escuintla.

XI. METODO CONSTRUCTIVO DE FOSAS SEPTICAS

A. Fosas Sépticas:

Las fosas sépticas deben ser estancadas y estar construidas de materiales no susceptibles de sufrir corrosión o deterioro, tales como el concreto, metal tratado, barro vitrificado, bloques pesados de concreto, o ladrillos fuertemente calcinados. La fosa de concreto precolado, curado adecuadamente, y de concreto reforzado colado en el lugar, son aceptables en cualquier parte. Debe dedicarse una especial atención al trabajo de construcción de la fosas, para asegurarse que sean herméticas. Los bloques pesados de concreto deben descansar en una sólida cimentación, y la juntas con mortero deben ser bien llenadas. El interior de la fosa debe recubrirse con dos capas gruesas de 6mm con un repellado de mortero de arena y cemento Pórtland.

Algunas fosas sépticas típicas deben seguir las especificaciones siguientes para concreto impermeable:

B. Materiales

El cemento Portland no debe contener terrones duros creados por la humedad durante su almacenamiento. Los terrenos del empacamiento en seco, que se desmoronan fácilmente en la mano, no son objetables.

Agregados: arena y grava deben obtenerse de fuentes de calidad comprobada para hacer concreto. Deben ser limpios y duros. El tamaño de partículas en la arena debe variar, de muy fina a 6 milímetros. La grava o piedra quebrada debe contener partículas de 6 milímetros a un máximo de 38 milímetros. El agua para el mezclado debe ser limpia.

C. Proporciones.

No más de 22.5 litros de agua deben usarse por cada saco de cemento. Puesto que la arena generalmente retiene una cantidad considerable de agua, no más de 19 litros por saco de cemento deben añadirse en la revolvedora cuando la arena tiene la humedad promedio. El exceso de agua en la revoltura debilita el concreto y lo hace menos impermeable. Para agregados promedio, las proporciones de mezclado mostradas en la tabla siguiente producirán concreto impermeable.

Proporciones medias para concreto impermeable

Tamaño máximo de	Cemento	Agua	Arena	Grava
La grava en cm	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen
3.8	1	$\frac{3}{4}$	$2 \frac{1}{4}$	3
1.9	1	$\frac{3}{4}$	$2 \frac{1}{2}$	$2 \frac{1}{2}$

1. Revoltura y colocación.

Todos los materiales deben mezclarse suficientemente hasta que el concreto tenga un color uniforme. Al colocarse el concreto en los moldes, debe vibrarse y picarse para obtener una pared densa.

2. Curado.

Después de colar el concreto nuevo, debe mantenerse húmedo cuando menos por siete días, para incrementar su resistencia.

Las fosas precoladas deben tener un espesor mínimo de pared de 7.5 cm y estar adecuadamente reforzadas para facilitar su manejo. Cuando se utilizan losas precoladas para cubiertas, éstas deben ser a prueba de agua, tener un espesor de, cuando menos, 7.5 cm y estar adecuadamente reforzadas.

Todas las superficies de concreto deben cubrirse con un compuesto bituminoso o similar, para minimizar la corrosión.

D. Generalidades: El relleno de tierra alrededor de las fosas sépticas debe hacerse en capas delgadas, compactadas cuidadosamente, de forma tal que no induzcan deformaciones sobre la fosa. El asentamiento del relleno puede hacerse al usar agua, además se debe tomar en cuenta que el material es humedecido completamente del fondo hacia arriba y que la fosa es llenada con agua, en primer lugar para evitar la flotación. Deben proporcionarse accesos adecuados a cada compartimiento del depósito para inspección y limpieza. Tanto el dispositivo de entrada como el de salida deben ser accesibles. El acceso debe proporcionarse en cada compartimiento mediante una cubierta suelta o bien un pozo de visita de 50cm en la menor dimensión.

Donde la parte superior del tanque se localice a más de 46 cm bajo el nivel del piso terminado, los pozos de visita y agujeros de inspección deben prolongarse aproximadamente a 20 cm bajo el nivel del piso terminado, o pueden extenderse al piso terminado donde se coloca una trampa para evitar que escapen los malos olores. En la mayoría de los casos, la prolongación puede hacerse con el uso de un tubo de barro o concreto; sin embargo, debe dedicarse especial atención al peligro accidental que se presenta cuando los pozos de visita se prolongan hasta la superficie del terreno.

XII. PRESUPUESTOS

A. Presupuesto de Fosas sépticas

Las fosas sépticas son cuartos rectangulares de almacenaje con una o más cortinas para la reducción de velocidad del afluente entrante; las utilizadas en este trabajo profesional no varían en absoluto del prototipo más utilizado. A continuación se describen los materiales para su elaboración así como la mano de obra necesaria para su construcción.

Fosa Séptica Lotificación La Prosperidad

Junio del año 2000

PRESUPUESTO

FACTORES DE CALCULO

PRESTACIONES: 60% DESPERDICIOS: 7% *FACTOR*

DE CAMBIO:

IMPREVISTOS: 8% UTILIDAD: 0%

<u>CODIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDA D</u>	<u>COSTO</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>TOTAL</u>
GRUPO: <u>BÁSICAS</u>					
10413	ATRANCADO H=3.00 UNA FILA, 3 PARALES A 60 GRADOS	11.00	56.38	UND	620.18
10207	CONCRETO 4000 LBS, PRE MEZCLADO	11.50	603.22	M ³	6,937.03
10300	EXCAVACION, ACARREO Y FLETE	70.00	88.64	M ³	6,204.80
10400	FORMALETA 1 TABLA	58.00	6.79	MTS	393.82
10301	RELLENO C/SELECTO Y COMPACTACION A MANO	5.50	113.82	M ³	626.01
10408	TARIMA P/LOSA, ALTURA 2.7 MT	51.00	49.67	M ²	2,533.17
TOTAL:					17,315.01

GRUPO: PRELIMINARES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

15002	HERRAMIENTA PARA 200 MTS. DE CONSTR.	0.20	2,786.31	UND	557.26
15001	LIMPIEZA DE TERRENO	51.00	13.96	M ²	711.96
TOTAL:					1,269.22

GRUPO: CIMENTACIÓN**TOTAL: 0.00****GRUPO: COLUMNAS, SOLERAS Y SILLARES**

22105	COLUMNA 0.15*0.15 2 No.3 ESL. No.2 @ 0.20	22.00	40.72	MTS	895.84
22001	CONCRETO GROUT PARA FUNDICION PIN EN BLOCK	0.10	687.67	M ³	68.77
22312	ESLABON PARA PIN EN BLOCK EN ESQUINA, 1 @ 0.20	5.00	6.65	MTS	33.25
22304	ESLABON PARA PIN EN BLOCK, 1 @ 0.20	32.00	3.56	MTS	113.92
22301	FUNDICION DE PIN No.3 S/BLOCK CONCRETO 1:3:5	50.00	10.32	MTS	516.00
22404	SOLERA "U" 0.10*0.20 2 No.3 ESL. No.2 @ 0.20 70KG	58.00	38.60	MTS	2,238.80

TOTAL: 3,866.58**GRUPO: VIGAS Y LOSAS**

24126	LOSA PLANA t=0.05 ELECT. 6*6 3/3, FIB. HIDROF. 11	51.00	108.80	M ²	5,548.80
24111	LOSA PLANA t=0.10 No.3 @ 0.15 BASTON 1/4L	51.00	164.16	M ²	8,372.16
24202	VIGA 0.10*0.25 2 No.4 ESL. No.2 @ 0.20	14.30	44.61	MTS	637.92
24205	VIGA 0.15*0.15 2 No.4+2 No.3 EST. No.2 @ 0.15	14.30	52.05	MTS	744.32

TOTAL: 15,303.20**GRUPO: TECHOS****TOTAL: 0.00****GRUPO: LEVANTADOS**

30004	LEVANTADO BLOCK CONCR. 0.14 2 CARAS LIMPIAS	40.00	100.45	M ²	4,018.00
-------	---	-------	--------	----------------	----------

TOTAL: 4,018.00**GRUPO: ACABADOS Y REPELLOS**

40002	ANDAMIO DE PARED ALT.=1.00	59.00	18.04	MTS	1,064.36
40104	CERNIDO GRIS P/PAREDES	38.00	171.67	10M2	6,523.46
40103	CERNIDO P/CIELOS	51.00	262.25	10M2	13,374.75
40201	IMPERMIABILIZACION DE MUROS CON SISTA W580	38.00	24.21	M ²	919.98

TOTAL: 21,882.55**GRUPO: AZULEJOS Y ZOCALOS**

0.00

TOTAL: 0.00**GRUPO: PISOS**

0.00

TOTAL: 0.00**GRUPO: PLOMERIA****TOTAL: 0.00****GRUPO: ARTEFACTOS SANITARIOS****TOTAL: 0.00****GRUPO: DRENAJES**

54137	TUBO PVC 6" -ENTERRADA-	1.00	120.45	MTS	120.45
-------	-------------------------	------	--------	-----	--------

TOTAL: 120.45**GRUPO: ELECTRICIDAD**

GRUPO: <u>INSTALACIONES ESPECIALES</u>				TOTAL:	0.00
GRUPO: <u>CARPINTERIA</u>				TOTAL:	0.00
GRUPO: <u>HERRERIA</u>				TOTAL:	0.00
62102 PORTONES METALICOS P/RESIDENCIAS	1.00	1,184.49	MTS		1,184.49
CODIGO <u>VENTANERIA</u>				TOTAL:	1,184.49
GRUPO: <u>EXTERIORES</u>				TOTAL:	0.00
GRUPO: <u>VARIOS</u>				TOTAL:	0.00
95001 MAESTRO DE OBRA "A" Y GUARDIAN	0.20	4,933.93	MES		986.79
				TOTAL:	986.79
GRAN TOTAL					65,946.28

Los precios que aparecen en las cédulas de costos ya incluyen material, mano de obra, fletes, herramientas, prestaciones e imprevistos. Queda pendiente la utilidad, ya que esto es criterio del contratista.

B. Presupuesto de Filtros de Absorción de Lotificación La Prosperidad

Los filtros de absorción son fáciles de construir aunque sea una obra masiva, básicamente se realiza con maquinaria, para luego dejar la instalación hidráulica al obrero.

Presupuesto de Filtros de Absorción en La Prosperidad
Junio del año 2000

PRESUPUESTO

FACTORES DE CALCULO

PRESTACIONES: 60% DESPERDICIOS: 7% *FACTOR DE*
CAMBIO:
 IMPREVISTOS: 8% UTILIDAD : 0%

<u>CODIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>COSTO</u>	<u>TOTAL</u>
			<u>AD</u>	
GRUPO: <u>BÁSICAS</u>				
TOTAL:				0.00
GRUPO: <u>PRELIMINARES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>				
15011	BOTADO Y DESTRONQUE DE ARBOLES PEQUEÑOS	3.00	612.26ND	,836.78
15002	HERRAMIENTA PARA 200 MTS. DE CONSTR.	0.50	2,786.31ND	,393.16
15001	LIMPIEZA DE TERRENO	50.00	13.96A²	698.00
15010	MOVIMIENTO DE TIERRAS CON MAQUINARIA	2,627.00	23.11A²	1,709.97
15013	RELLENO CON SELECTO COMPACTADO AL 90% PROCT. M.	2,100.00	57.78A²	1,338.00
15014	RELLENO SIN COMPACTAR CON MAQUINARIA	1,200.00	40.45A²	,540.00
15006	TRAZO Y ESTAQUEADO	1,459.00	12.79TS	,660.61
TOTAL:				3,176.52
GRUPO: <u>CIMENTACIÓN</u>				
TOTAL:				0.00
GRUPO: <u>COLUMNAS, SOLERAS Y SILLARES</u>				
TOTAL:				0.00
GRUPO: <u>VIGAS Y LOSAS</u>				
TOTAL:				0.00
GRUPO: <u>ACABADOS Y REPELLOS</u>				
TOTAL:				0.00
GRUPO: <u>AZULEJOS Y ZOCALOS</u>				
TOTAL:				0.00
GRUPO: <u>PISOS</u>				
TOTAL:				0.00
GRUPO: <u>ARTEFACTOS SANITARIOS</u>				
TOTAL:				0.00

GRUPO: DRENAJES

54135 TUBO PVC 4" -ENTERRADA-

TOTAL: 0.00

1,459.00 80.00.TS 6,720.0

TOTAL: 6,720.00**GRUPO: ELECTRICIDAD****TOTAL: 0.00****GRUPO: INSTALACIONES ESPECIALES****TOTAL: 0.00****GRUPO: CARPINTERIA****TOTAL: 0.00****GRUPO: HERRERIA****TOTAL: 0.00****CODIGO VENTANERIA****TOTAL: 0.00****GRUPO: EXTERIORES****TOTAL: 0.00****GRUPO: VARIOS**

95002 MAESTRO DE OBRA "B" Y GUARDIAN

Total 1644.6**GRAN TOTAL 371,541****C. Programa de construcción de Fosas Sépticas**

<i>Actividad</i>	<i>Semana 1</i>	<i>semana2</i>	<i>semana3</i>	<i>semana4</i>	<i>semana 5</i>	<i>seman</i>
Excavación	■					
Colocación estructomalla de piso						
Fundición de piso de fosa		■				
Colocación de pines para el levantado						
Levantado de muros						
Colocación de tarima para losa			■			
Colocación de armadura de losa						
Fundición de losa de concreto				■		
Repello y ensabietado de muros						
Mezclón de techo					■	
Colocación de Accesorios PVC				■		
Desentarrimado de losa						■

9.4 Programa de construcción de filtros de Absorción

<i>Actividad</i>	<i>semana 1</i>	<i>Semana2</i>	<i>semana3</i>	<i>semana4</i>	<i>semana5</i>	<i>semana6</i>	<i>semana7</i>	<i>semana</i>
Mov. de tierra	████████████████████			██████████				
Acarreo				██████████				
Relleno pedrìn					████████████████████			
Inst. de PVC						██████████		
Relleno tierra							██████████	

XIII. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Información general sobre fosas sépticas

A. Limpieza:

Las fosas sépticas deben limpiarse antes de que se acumule demasiado cieno o natas. Si el cieno o las natas llegan al fondo del dispositivo de salida, las partículas serán arrastradas al campo de eliminación y atascarán el sistema. Finalmente, cuando esto sucede, el líquido puede brotar a la superficie del terreno y el agua negra remansarse en las conexiones de fontanería. Cuando un campo de eliminación se atasca de esa forma, no sólo es necesario limpiar la fosa, sino construir un nuevo campo de eliminación.

La capacidad de fosas que se indicaron en la última tabla permiten su buen funcionamiento durante un período razonable antes que la limpieza sea necesaria. Hay grandes diferencias en la forma que el cieno y la nata pueden acumularse, de una fosa a otra. Por ejemplo, en un caso de cada 20, la fosa puede llegar al punto de peligro y deberá ser limpiada en menos de 3 años.

Las fosas deben ser inspeccionadas, como mínimo, una vez al año y limpiadas cuando sea necesario.

Aunque es difícil para la mayoría de propietarios, una inspección efectiva de acumulaciones de cieno y nata es la única forma de determinar, de manera efectiva, cuándo una fosa requiere bombeo. Al ser inspeccionada, la profundidad del cieno y de la nata deben medirse en la vecindad del deflector de salida. La fosa debe ser limpiada si A) El fondo del conjunto de natas está a menos de 7.5 cm del borde inferior del deflector de salida; o B) El cieno llega a los límites especificados en la siguiente tabla

B. Acumulación permisible de cieno

Profundidad del líquido

Capacidad del líquido en la fosa	0.76 metros	0.91 metros	1.22 metros	1.52 metros
2840	12.5	15	25.5	33
3408	10	10	17.5	25.5
3785	10	10	15	20.5

- La capacidad del líquido en la fosa está dada en litros.
- Las distancias a las profundidades indicadas son desde el borde inferior del deflector de salida hasta la porción del cieno en cm.

La nata puede medirse con una pértiga a la cual se ha articulado una charnela pesada, o con cualquier dispositivo que sirva para sentir el fondo de la capa de natas. La pértiga se empuja a través de la capa, la charnela articulada se pone en posición horizontal, y la pértiga se levanta hasta que la resistencia del fondo de la nata se sienta. Con la misma herramienta puede determinarse la distancia al borde inferior del deflector de salida.

Una pértiga larga, envuelta con tela de toalla blanca áspera, bajada hasta el fondo de la fosa, mostrará la profundidad del cieno y la profundidad del líquido de la fosa.

La pértiga debe bajarse detrás del deflector de salida para no tocar las partículas de natas. Después de varios minutos, si la pértiga se retira cuidadosamente, el límite de cieno podrá notarse por las partículas adheridas al entoallado.

En la mayor parte de las comunidades donde se usan fosas sépticas, hay compañías cuyo negocio es la limpieza de las mismas. El ministerio de salud pública y asistencia social puede sugerir como obtener este servicio.

La limpieza se efectúa generalmente al bombear el contenido de la fosa dentro de un camión cisterna. *Las fosas no debe lavarse ni desinfectarse después del bombeo.* Un pequeño residuo de cieno debe dejarse en la fosa para propósitos de inoculación. El material retirado puede enterrarse en sitios no habitados o, con permiso de la autoridad apropiada, vaciarse en un sistema sanitario de alcantarillado. Nunca debe ser vaciado en drenes de tormenta o descargarlo directamente en una corriente de agua. Los métodos de eliminación deben ser aprobados por las autoridades de salud.

Cuando se limpie una fosa séptica grande, debe tenerse cuidado de no entrar en la fosa hasta que sea profusamente ventilada y los gases se hayan desalojado para evitar riesgos de explosión o asfixia para los trabajadores.

Cualquiera que penetre en la fosa debe tener el extremo de una cuerda gruesa amarrado a la muñeca y el otro extremo sostenido arriba del terreno por otra persona suficientemente fuerte para sacarlo si llega a desfallecer por algún gas remanente de la fosa.

El funcionamiento de las fosas sépticas no se mejora con la adición de desinfectantes u otras sustancias químicas. En general, la adición de sustancias químicas a fosas sépticas no se recomienda. Algunos productos de patente que se dice que “limpian” las fosas sépticas contienen hidróxido de sodio o hidróxido de potasio como agente activo. Tales compuestos pueden provocar aumento de cieno y un notable incremento de alcalinidad y pueden causar problemas digestivos a quienes limpian la fosa. El afluente resultante puede dañar gravemente la estructura del suelo y causar atascamiento acelerado, aunque se puede experimentar un alivio temporal inmediatamente después de aplicar el producto.

Sin embargo, los efectos dañinos de los productos químicos se exageran. Pequeñas cantidades de blanqueadores clorinados, añadidos delante de la fosa, pueden ser usados para controlar los olores y no tendrán efectos adversos. Las pequeñas cantidades de lejía o cáusticos, normalmente usados en el hogar, añadidos a las conexiones de plomería, no son objetables en lo que se refiere a la operación de la fosa. Si las fosas sépticas son tan grandes como las recomendadas para la lotificación La Prosperidad, la dilución de la lejía o de los cáusticos en la fosa será suficiente para desvanecer cualquier efecto dañino que de otra forma podrían ocurrir.

Cerca de 1200 productos, muchos de ellos que contienen enzimas, han sido lanzados al mercado para utilizarse en fosas sépticas, y anuncios extravagantes se han hecho para algunos de ellos. En lo que se conoce, ninguno ha resultado ser ventajoso en pruebas debidamente controladas.

Es en general aconsejable tener todos los desperdicios sanitarios de una descarga doméstica a una fosa séptica sencilla, con su sistema de eliminación. Para instalaciones domésticas, es en general más económico proporcionar un sistema sencillo de eliminación que dos o más con la misma capacidad total. Los desperdicios domésticos normales incluyen lo que se refiere a la lavandería, la cual en este caso es debido a la ubicación del proyecto, el baño ó letrina, cocina, deben pasar a un solo sistema.

Los desagües del techo, drenes de la cimentación y drenaje de otras fuentes que producen grandes volúmenes intermitentes o constantes de agua simple no deben ser entubados dentro de la fosa séptica o al área de absorción. Grandes volúmenes de agua agitarán el contenido de la fosa y arrastrarán algunos de los sólidos hacia la tubería de salida; el sistema de eliminación que sigue a la fosa se inundará o atascará y puede fallar. El drenaje de pisos del garaje o de otras fuentes de desperdicios de aceite, deben también excluirse de la fosa.

Los sustitutos del papel higiénico no deben tirarse al caño que va hacia la fosa séptica. Las toallas de papel, papel periódico, papel de estraza, trapos y palitos no siempre pueden descomponerse en la fosa, y fácilmente conducen a atascamientos de la plomería del sistema de eliminación.

Salmueras de desperdicio de unidades domésticas de ablandadores de agua no tienen efecto adverso sobre la acción de la fosa séptica, pero pueden causar un ligero acortamiento de la vida útil de un campo de eliminación en un suelo del tipo de arcilla estructurada.

Una ventilación adecuada se obtiene a través de la fontanería del edificio, si la fosa y la fontanería se diseñan e instalan adecuadamente. No es necesaria una ventilación separada para la fosa séptica.

Un plano que muestre la localización de la fosa séptica y del sistema de eliminación debe ser colocado en un sitio adecuado en viviendas que se sirven de tal sistema. Ya sea que las proporcione el constructor, el instalador de la fosa séptica o el departamento local de salud, los planos deben contener instrucciones breves acerca de la inspección y mantenimiento requeridos. Los planos deben auxiliar a los propietarios con información acerca del mantenimiento que requieren las fosas sépticas, lo cual permite anticipar fallas al asegurar una operación satisfactoria. La prolongación de los pozos de inspección de las fosas sépticas hasta 20 cm de la superficie del terreno simplificarán el mantenimiento y la limpieza.

Las fosas sépticas abandonadas deben llenarse con tierra o roca.

C. Pasos sencillos para el mantenimiento de las fosas sépticas en la lotificación La Prosperidad

C.1. Iniciación del tanque

- 1) Llenarla con agua
- 2) Vaciar o verter 5 cubetas de lodos de otra fosa o estiércol en descomposición con olor a amoníaco.
 - a) Funcionamiento: es automático, ya que se basa en los vasos comunicantes

- b) Sedimentación y Decantación: flotación de grasas, semillas que forman una costra cuyo espesor es de más o menos 7 1/2 cms. Debe romperse si es mayor.
- c) 2da. Etapa: descomposición anaeróbica en el que se forman lodos insolubles que van al fondo.

Gases y licuefacción de parte de los oídos que salen por el tubo de ventilación los primeros y por el de salida los segundos.

- d) 3ª. Etapa: Depuración biológica que se efectúa en el subsuelo en los campos de absorción, sumideros, lechos bacterianos o filtros (al actuar bacteria aeróbicas); donde se oxigenan y estabilizan la materia orgánica. Las bacterias predominan en los primeros 60 cms de profundidad.

Los líquidos claros de la fosa séptica los absorbe el terreno, los sólidos hay que retirarlos porque contienen porciones sin digerir, deben ser enterrados o se depositan en lechos de fangos para más tarde volverlos abono, conviene mezclarlos con zacate picado, basura, etc.

La fosa séptica debe inspeccionarse cada 6 meses.

Cuando la espuma y los fangos ocupen más del 25 % de la capacidad del tanque séptico debe limpiarse. El fango contiene de 85 a 90% de agua.

C.2. Inspección del foso:

- 1) Esperar a que se ventilen los gases peligrosos y explosivos como asfixia y fuego.
- 2) Con el objeto de conocer el espesor de los lodos, se introduce por la "TE" de salida un hisopo de 1.80 m de largo, que tiene trapos en sus primeros 90 cm, los cuales se mancharán de lodo y así se determina el espesor

- 3) Para determinar el espesor de la costra de espuma, a través del registro se mete una pértiga con un extremo embisagrado que se abre en el interior y al levantarla puede medirse el espesor. Debe romperse la costra si pasa de 7 ½ cms.

D. Mantenimiento de zanjas o filtros de absorción

Las aguas provenientes de zanjas o filtros subterráneos o cámaras de oxidación operadas debidamente, pueden disponerse en un curso de agua, pero será conveniente clorarlas como medida de seguridad.

Sin embargo, el medio más recomendable para disponerlas es la tierra, y el método adecuado el **POZO DE ABSORCION**, en donde las aguas se infiltran al subsuelo a través de las paredes y pisos permeables, contruídos como se indica en los diagramas de los anexos.

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

XIV.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) El costo de las ocho fosas asciende a la cantidad de Q. 527,570.24 lo cual significa un costo por lote de Q. 453.24
- 2) El costo aproximado para la construcción de los filtros de tratamiento asciende a la cantidad de Q371541.14 por lo tanto los lotes deben tener un incremento más de Q319.19 por unidad.
- 3) Debe observarse que aquí no se ha incrementado el valor del diseño sanitario, así como del material pvc para la conducción de los afluentes de aguas negras. Incluso así se puede observar que el incremento por lote no es una gran cantidad si se consideran todas estas construcciones.
- 4) Por otro lado es interesante anotar que para este tipo de lotificaciones el gobierno de Guatemala cuenta con un subsidio para grupos familiares de escasos recursos (Foguavi) con lo cual queda prácticamente cubierto este gasto y no debe sufrirlo el adquiriente de la propiedad.
- 5) Estos tipos de tratamientos son fáciles de mantener, pero existe el problema alrededor de esta área, y consiste en que las municipalidades no dan el mantenimiento periódico a estas instalaciones, por lo cual pueden llegar a colapsar y el único afectado es el inquilino. Aunque para mantener este tipo de mantenimientos se debería cobrar una cuota mensual, ya que es muy difícil que este tipo de individuo tenga la visión de prevención, es muy fácil que el mantenimiento quede descuidado.
- 6) Se recomienda siempre para este tipo de lotificaciones un sistema de tratamiento similar, ya que los otros tipos de purificación funcionan a través de energía eléctrica o por mantenimientos intensivos para su buen funcionamiento, aspecto que sería prácticamente imposible para estos sectores financiar económicamente estos sistemas modernos.

- 7) Es importante realizar pruebas locales de consumos y factores para tomarse en cuenta en el diseño de los sistemas de tratamiento ya que las tablas y factores con los que se cuentan en manuales, libros, etc., son destinados en su mayoría a una población urbana y se puede caer en el error del sobrediseño con lo cual se afectan puntos económicos para ambas partes.

Conclusión:

Como conclusión a las comparaciones anteriores podemos decir que el diseñador deberá evaluar qué es lo más importante a mitigar en cada caso.

Así, si consideramos que lo más importante es la protección a la salud, podemos seleccionar como primario, alguno de los siguientes, de acuerdo al caudal a tratar y las condiciones del lugar.

Fosa Séptica
Imhoff
Sedimentador + Digestor
RAFA
RAP
Laguna Anaeróbica
Laguna Facultativa

Y agregarle un tratamiento secundario como

Irrigación
Infiltración en subsuelo
Laguna Aeróbica

Si se necesita protección a cuerpos de agua, el tratamiento secundario sólo puede ser irrigación o infiltración en el subsuelo, para reducir los nutrientes, aunque con este último no hay garantía de que efectivamente se encuentren condiciones que remuevan nitrógeno y fósforo.

Algunos procesos biológicos también pueden reducir sensiblemente los nutrientes, ya que son realmente cultivo de plantas en agua; además se mueven en forma adecuada las plantas que han crecido al remover el fósforo y nitrógeno que han incorporado en su crecimiento.

Recomendación

Al ingeniero sanitario le corresponde tomar la decisión, dentro de las condiciones que se tenga en cada caso, de lo que más convenga hacer para el tratamiento de cloacales.

Se debe tener una definición de qué es importante en el caso que se trate. Por ejemplo si es suficiente una mitigación al medio ambiente; si lo prioritario es el aspecto de protección a la salud; o si lo que se necesita es la protección de un cuerpo de agua.

De mi parte, insisto en que **el procedimiento que se adopte debe estar dentro de las capacidades técnico económicas de la entidad o población** que tendrá que hacer operar el sistema. Un procedimiento muy avanzado que no pueda ser operado por falta de conocimientos técnicos o de recursos económicos es solamente capital desperdiciado y un obstáculo para que se implante algo que tenga alguna utilidad.

También es importante recordar que aunque ALGO es mejor que NADA, hacer algo que no tenga utilidad también es NADA. Por consiguiente, primero hay que definir que es lo más importante en cada caso.

En Guatemala prácticamente no hay limitaciones legales que no sirvan de referencia. Existe un reglamento, pero sólo pide un tratamiento aunque limita los sólidos sedimentables.

Bibliografía

- 1) Manual de fosas sépticas. Joint Committee on Rural Sanitation. Departamento de salud, educación y bienestar de E.U.A. Servicio de Salud Pública. México/Buenos Aires 1975 Primera edición en español.
- 2) Sergio M. Salinas Cordero. Francisco Unda Opazo. Ingeniería Sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública. México 1969. Primera edición en español.
- 3) Ing. Guillermo Guzmán Ch. Manual de curso. Sistemas de agua y drenaje y disposición de aguas servidas. Tema III. Tanques Sépticos. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería Civil. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. Octubre de 1969.
- 4) Septic Tanks Care . publication PHS Núm. 73 Departamento de Salud, Educación y Bienestar, del Servicio de Salud Pública de E.U.A.,
- 5) William Rudolfs. Effects of ground garbage on sewage treatment processes. Sewage Works Journal, Vol 18, Núm 6 November 1959. Washington D.C.

XVI. ANEXOS

En los objetivos al comienzo de este trabajo profesional se destacaba que se debía cumplir con las normas nacionales de saneamiento requeridas por el gobierno de la República de Guatemala.

Este trabajo de investigación se basó con una base jurídica la cual se describe a continuación:

Base Jurídica

Constitución Política de la República de Guatemala.

Sección séptima

Salud, seguridad y asistencia social

Artículo 97

Medio ambiente y Equilibrio ecológico.

El estado las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga, la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

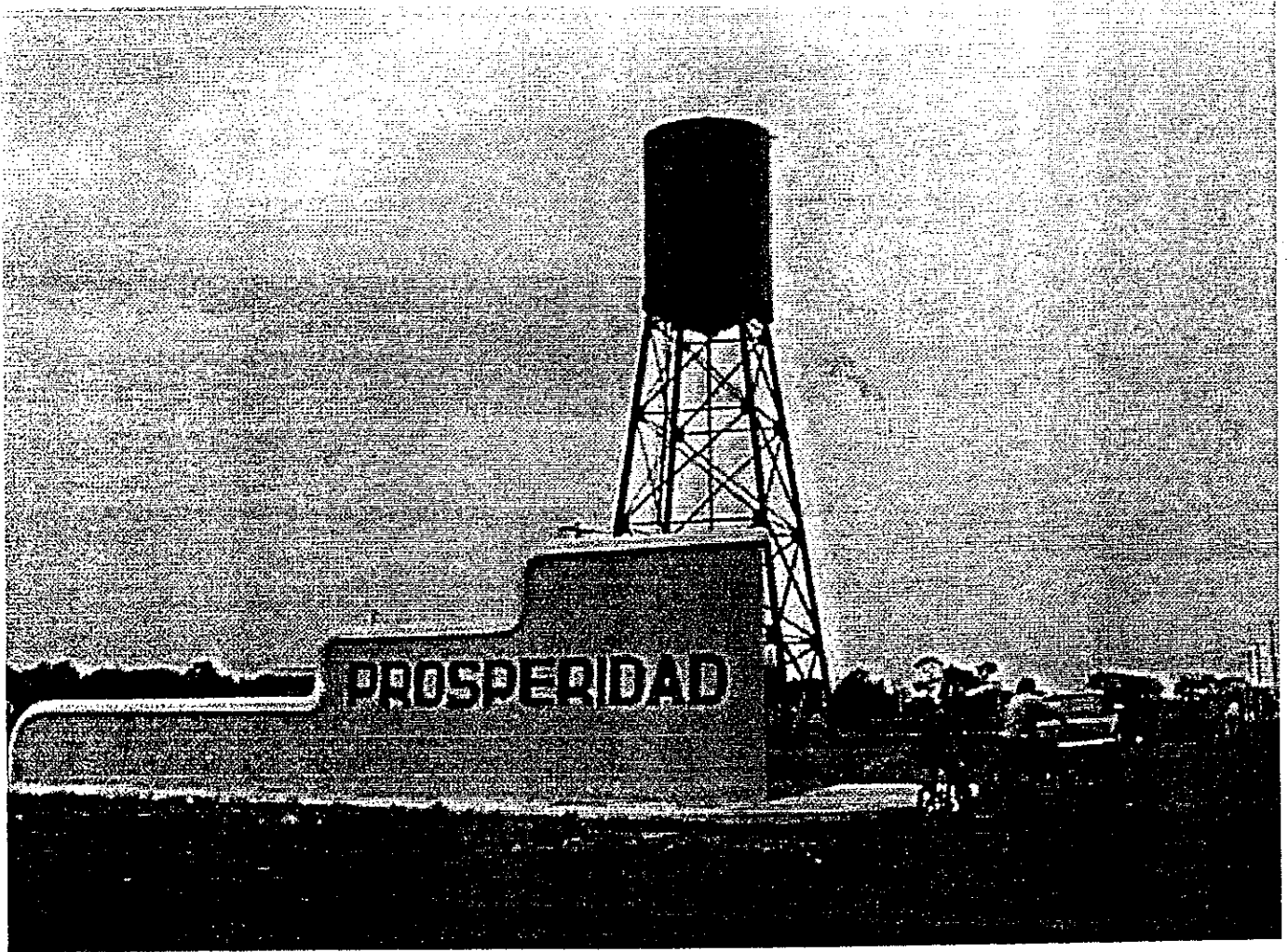
Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen, evitando su depredación.

Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente.

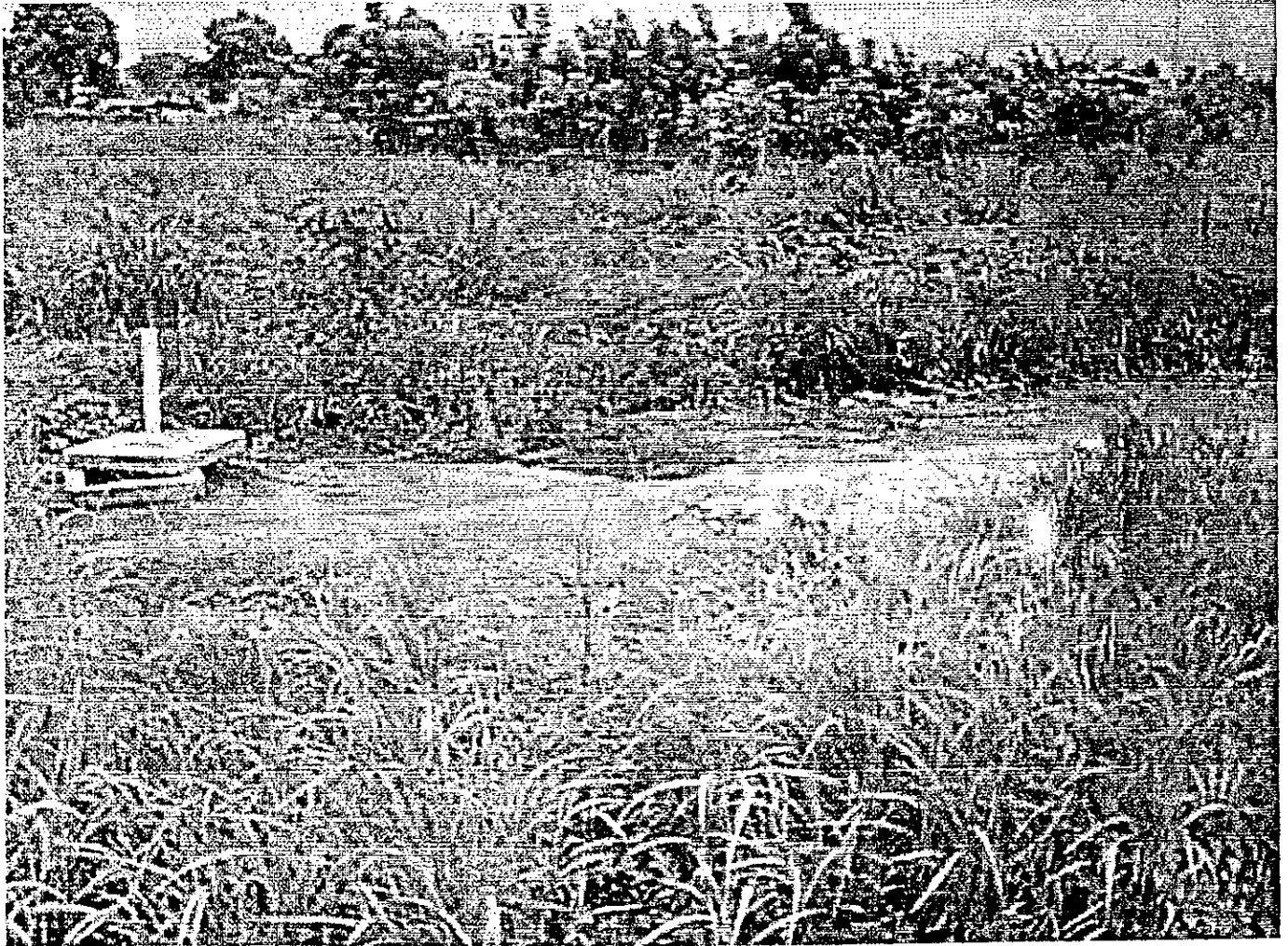
Decreto 68-86 (artículo 8)

Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por su actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previo a su desarrollo, un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio ambiente.

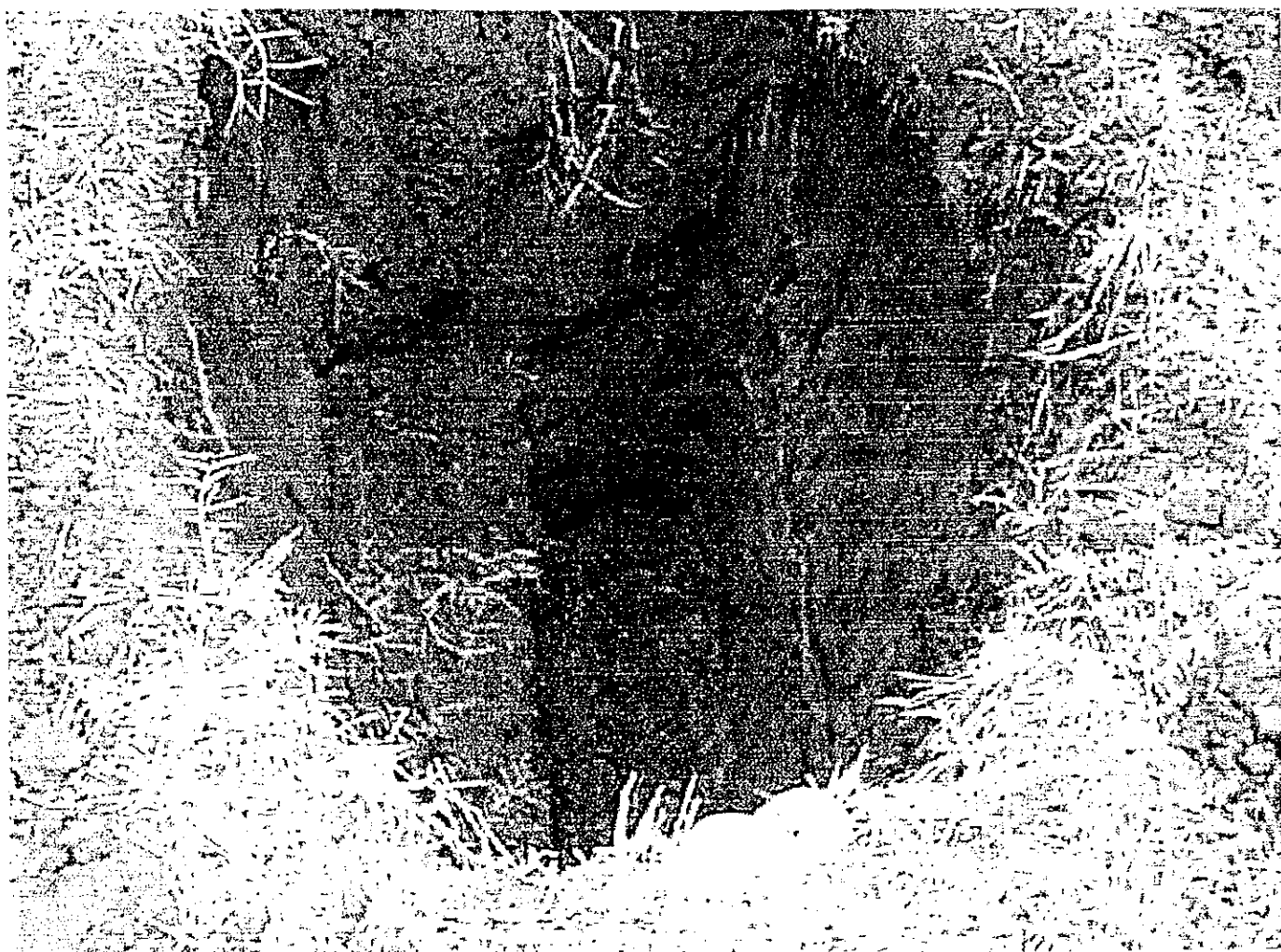
FOTOS DE LOTIFICACION “ LA PROSPERIDAD”



ENTRADA PRINCIPAL Y ELEV. TANQUE



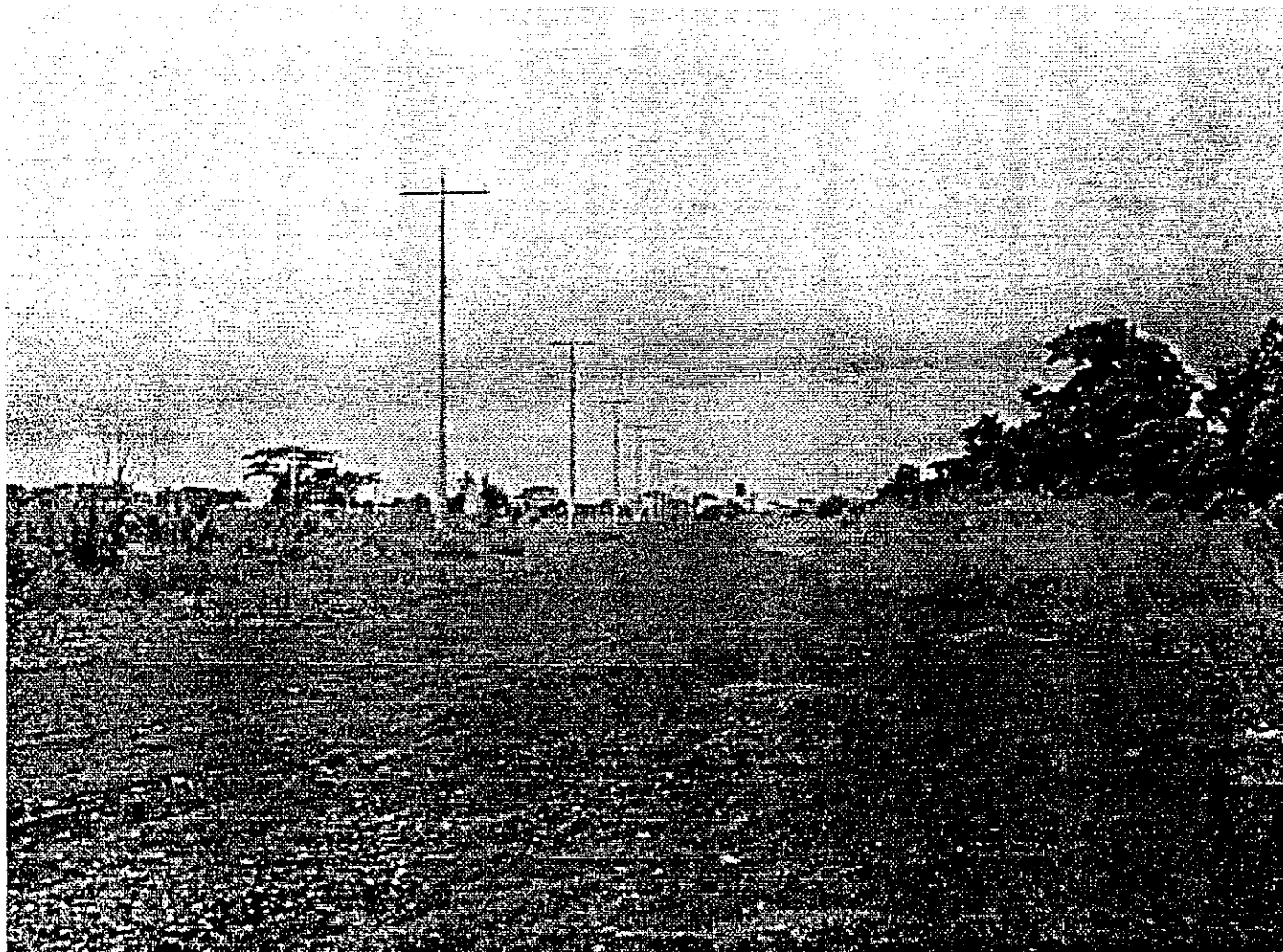
FOSA SEPTICA



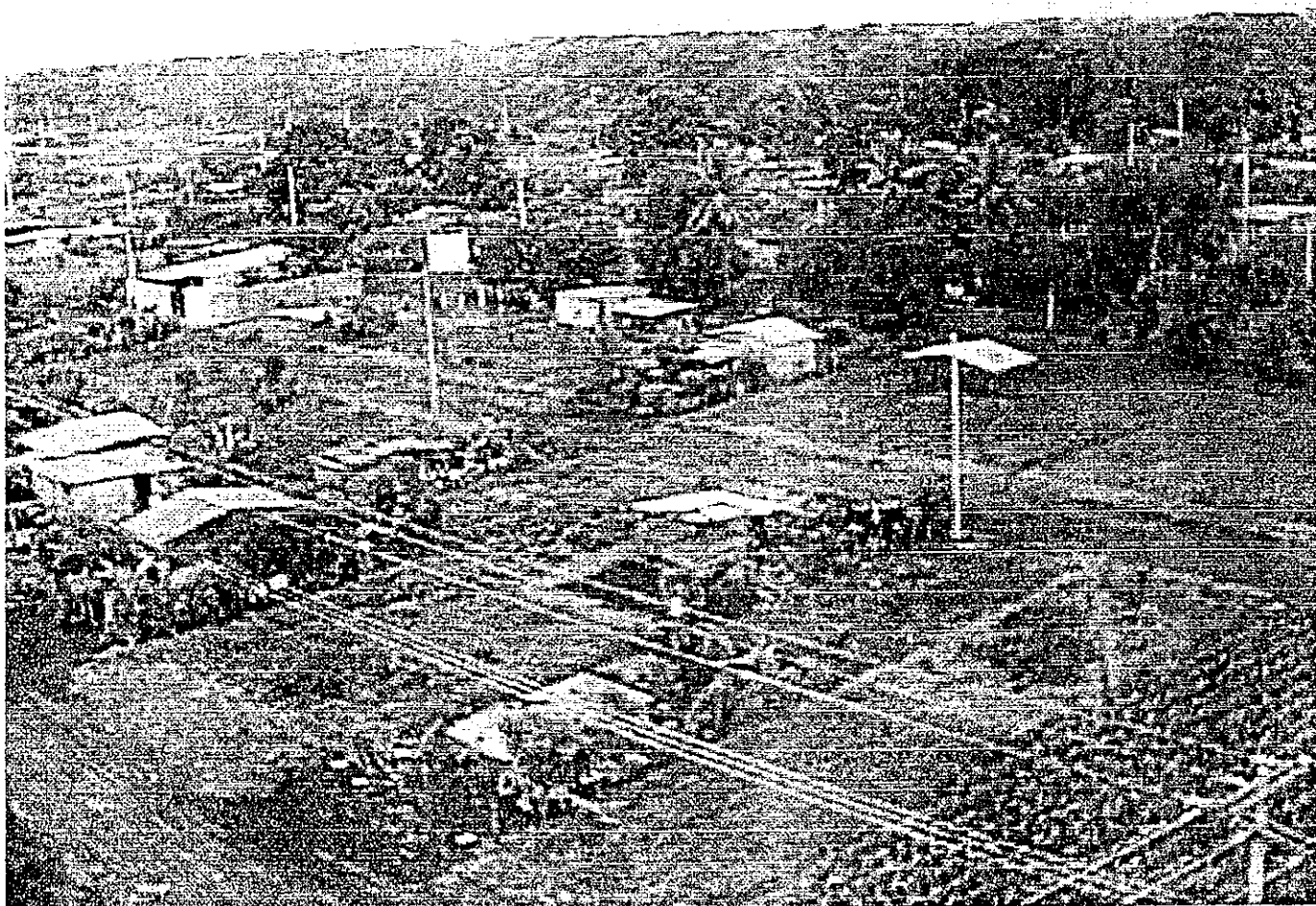
CORTE FILTRO DE ABSORCION



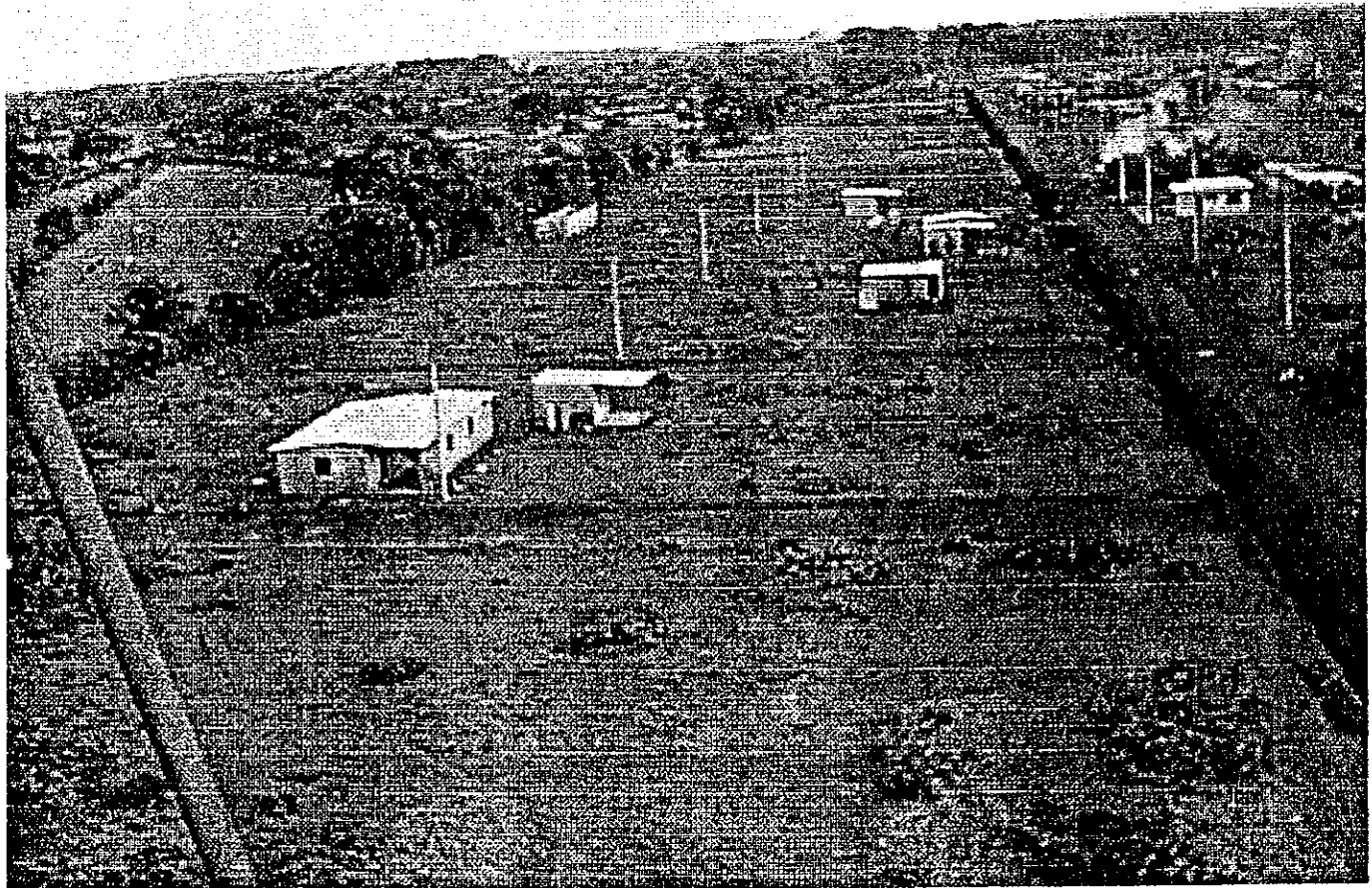
ELEVACION DE PLANTA DE TRATAMIENTO



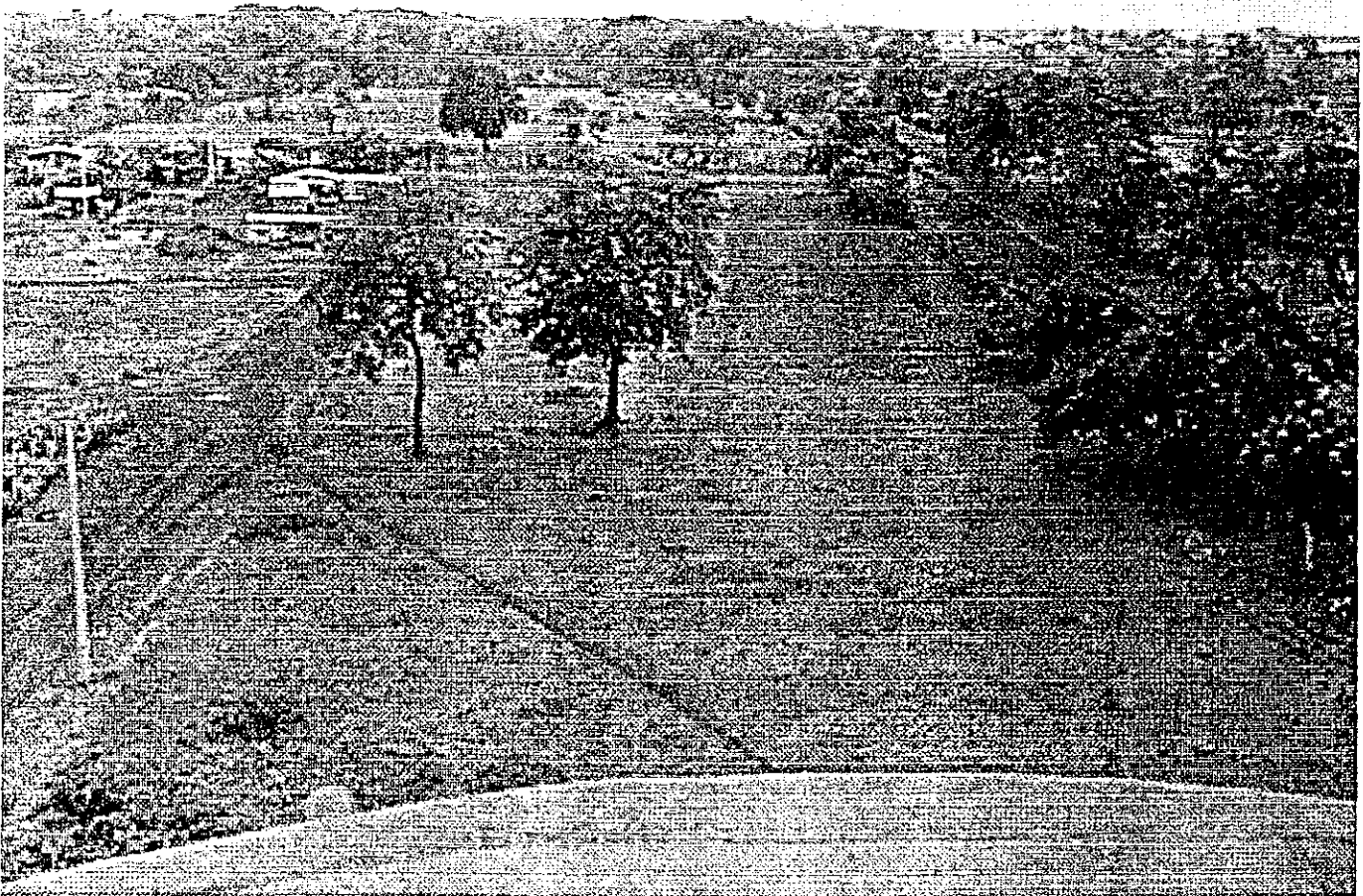
VISTA CALLE PRINCIPAL



PANORAMICA SECTOR POBLADO



PANORAMICA SECTOR D-E



PANORAMICA SECTOR C



PANORAMICA SECTOR A-B

DIAGRAMAS Y TABLAS

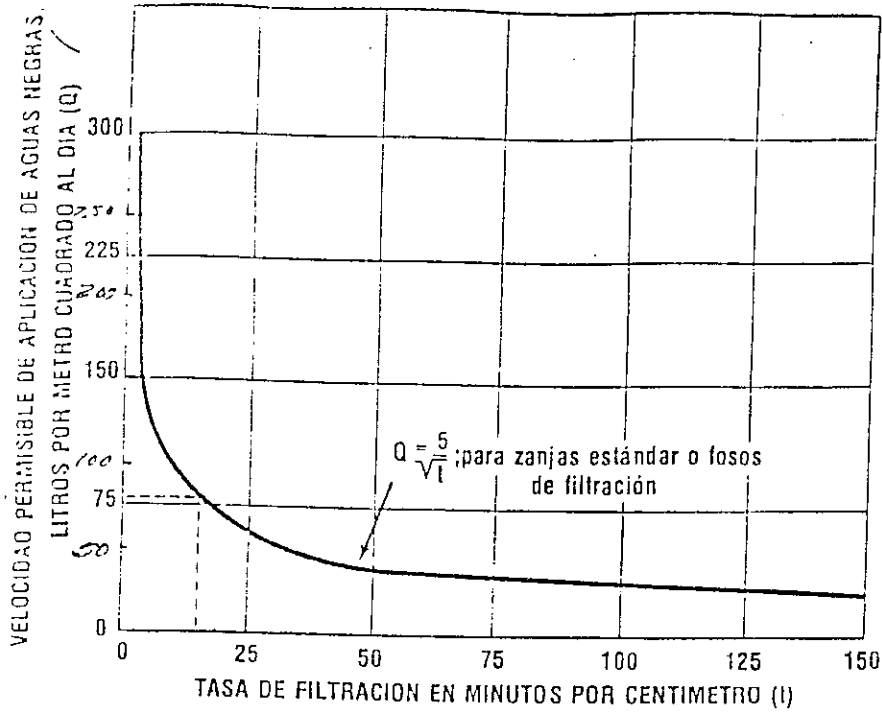
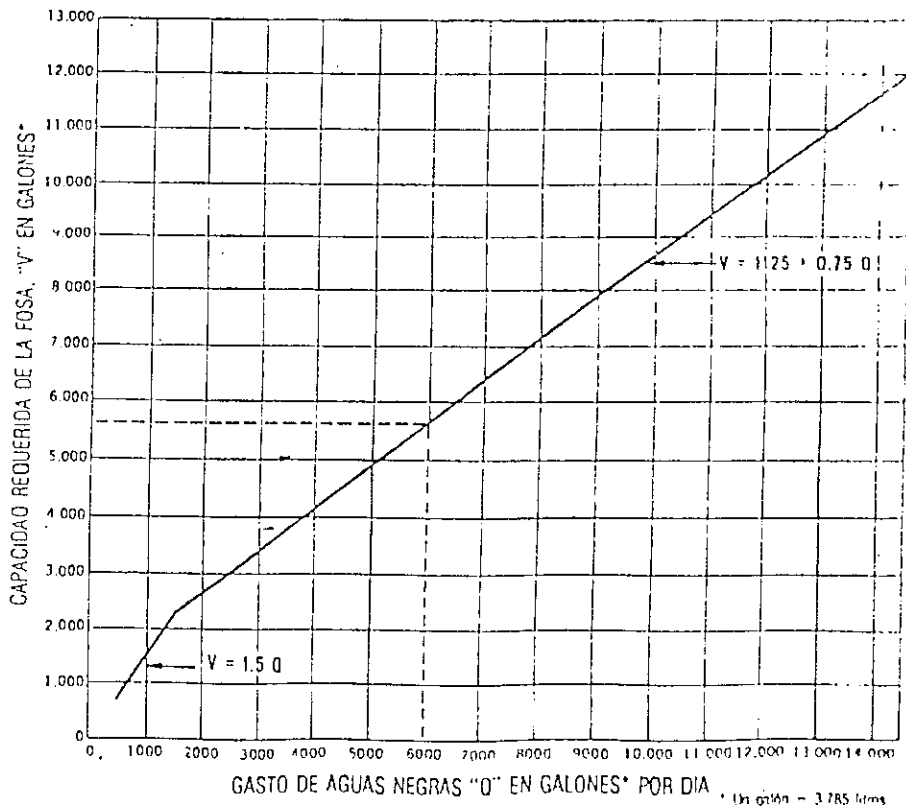
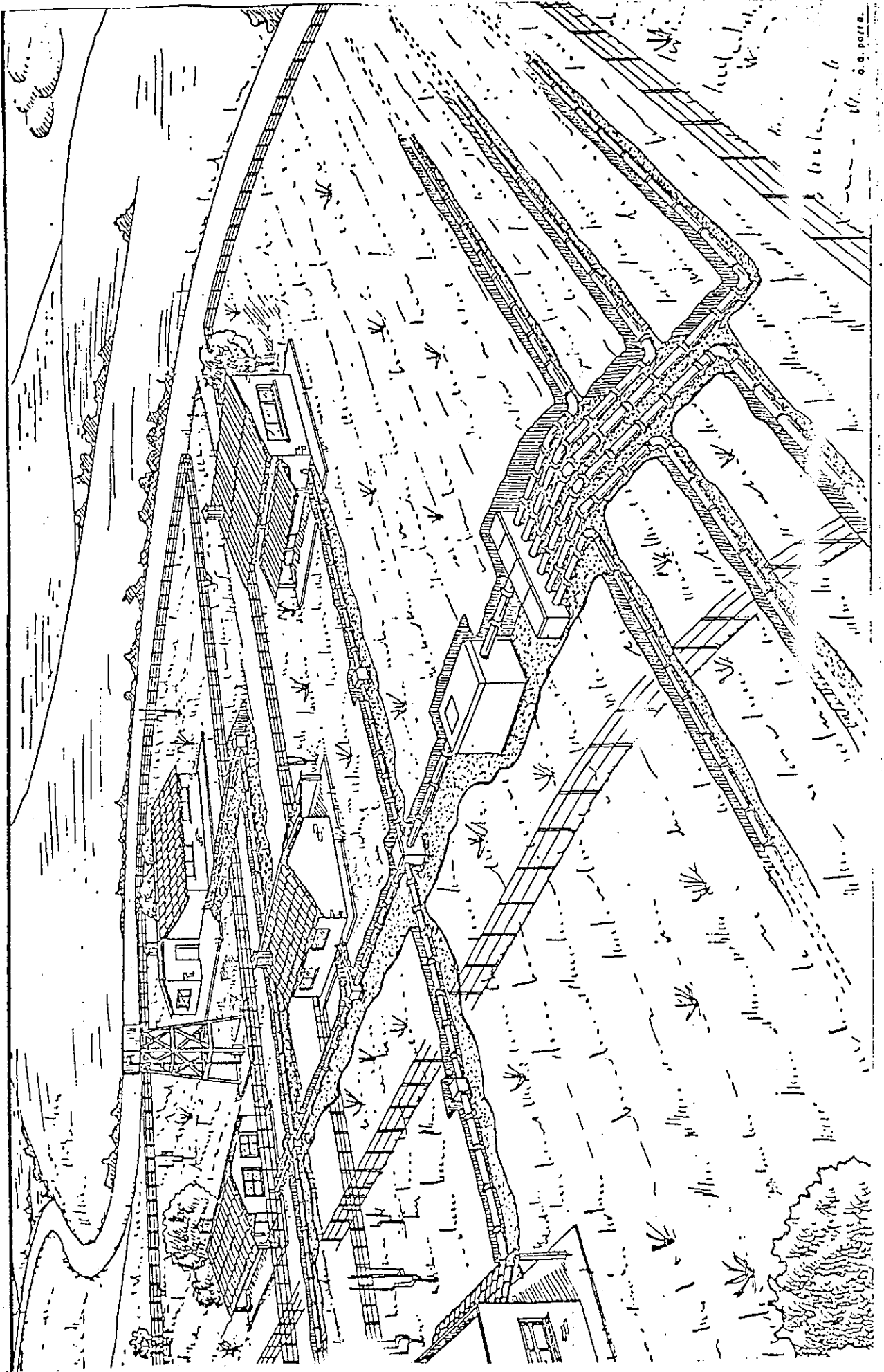


Figura 19. Gráfica que muestra la relación entre la tasa de filtración y la velocidad permisible de aplicación de aguas negras.



Capacidad de fosas sépticas para flujo de aguas negras hasta 14,500 galones al día.

FOSAS SEPTICAS
SOLUCION COMUNAL



W. G. PARR.

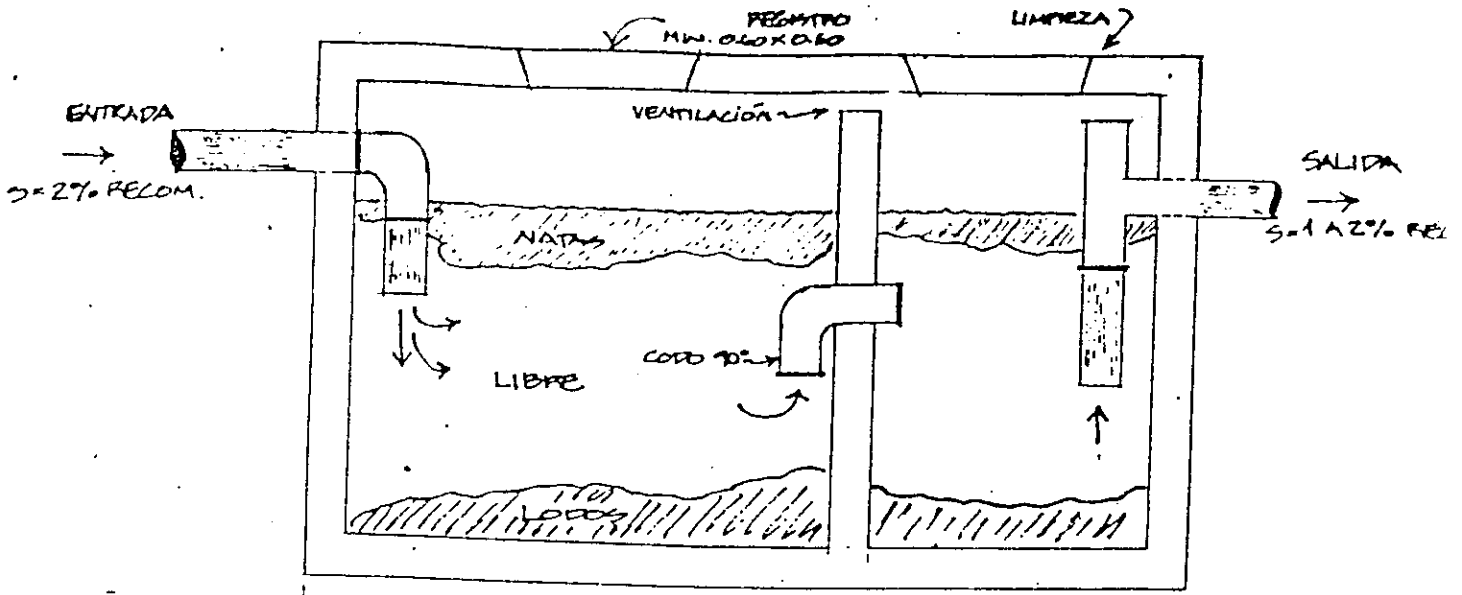
FOSAS SEPTICAS

TABLA PARA DISEÑO DE TANQUES SEPTICOS

PERSONAS SERVIDAS		CAPACIDAD DEL TANQUE EN LITROS	DIMENSIONES EN METROS								
SERVICIO DOMESTICO	SERVICIO ESCOLAR (Externos)		L	A	h ₁	h ₂	h ₃	H	E		
									Tobique	Piedra	
Hasta 10	Hasta 30	1,500	1.90	0.70	1.10	1.20	0.45	1.68	0.14	0.30	
11 a 15	31 a 45	2,250	2.00	0.90	1.20	1.30	0.50	1.78	0.14	0.30	
16 a 20	46 a 60	3,000	2.30	1.00	1.30	1.40	0.55	1.88	0.14	0.30	
21 a 30	61 a 90	4,500	2.50	1.20	1.40	1.60	0.60	2.08	0.14	0.30	
31 a 40	91 a 120	6,000	2.90	1.30	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.30	
41 a 50	121 a 150	7,500	3.40	1.40	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.30	
51 a 60	151 a 180	9,000	3.60	1.50	1.60	1.80	0.70	2.28	0.28	0.30	
61 a 80	181 a 240	12,000	3.90	1.70	1.70	1.90	0.70	2.38	0.28	0.30	
81 a 100	241 a 300	15,000	4.40	1.80	1.80	2.00	0.75	2.48	0.28	0.30	

C.M.O.

Tipos de Fosas Sépticas

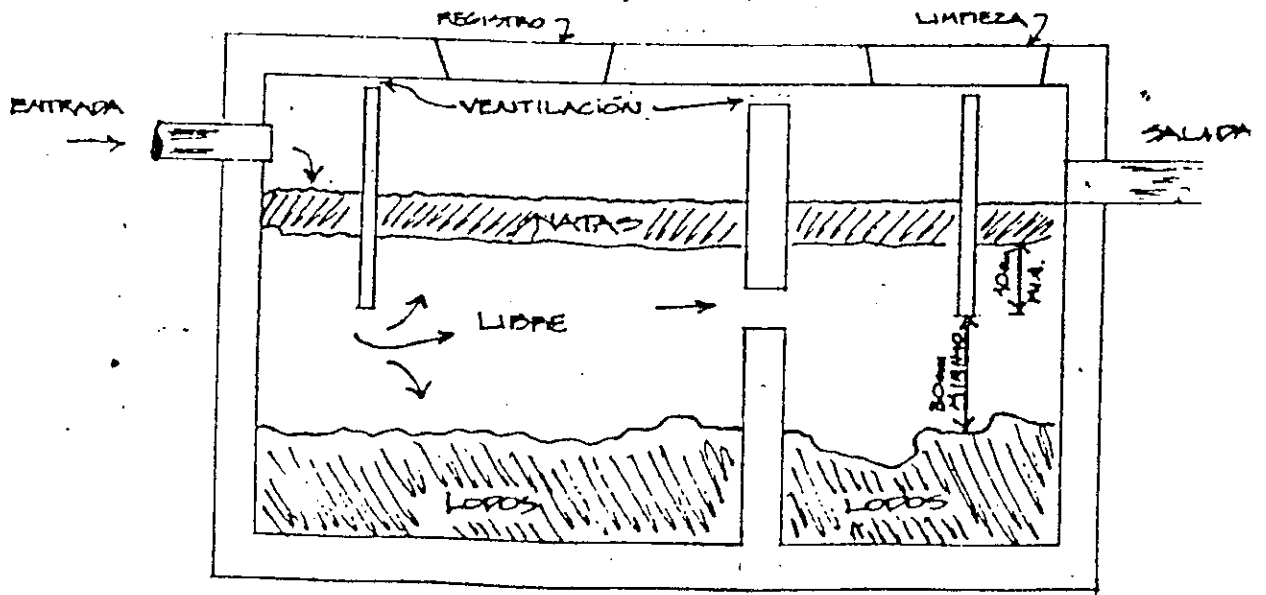


PRIMER COMPARTIMIENTO 2/3 LONGITUD

2º COMPARTIMIENTO 1/3 LONGITUD

TIPO 1 (CON ACCESORIOS DE TUBERIA).

TIPO 2 (CON PANTALLAS)



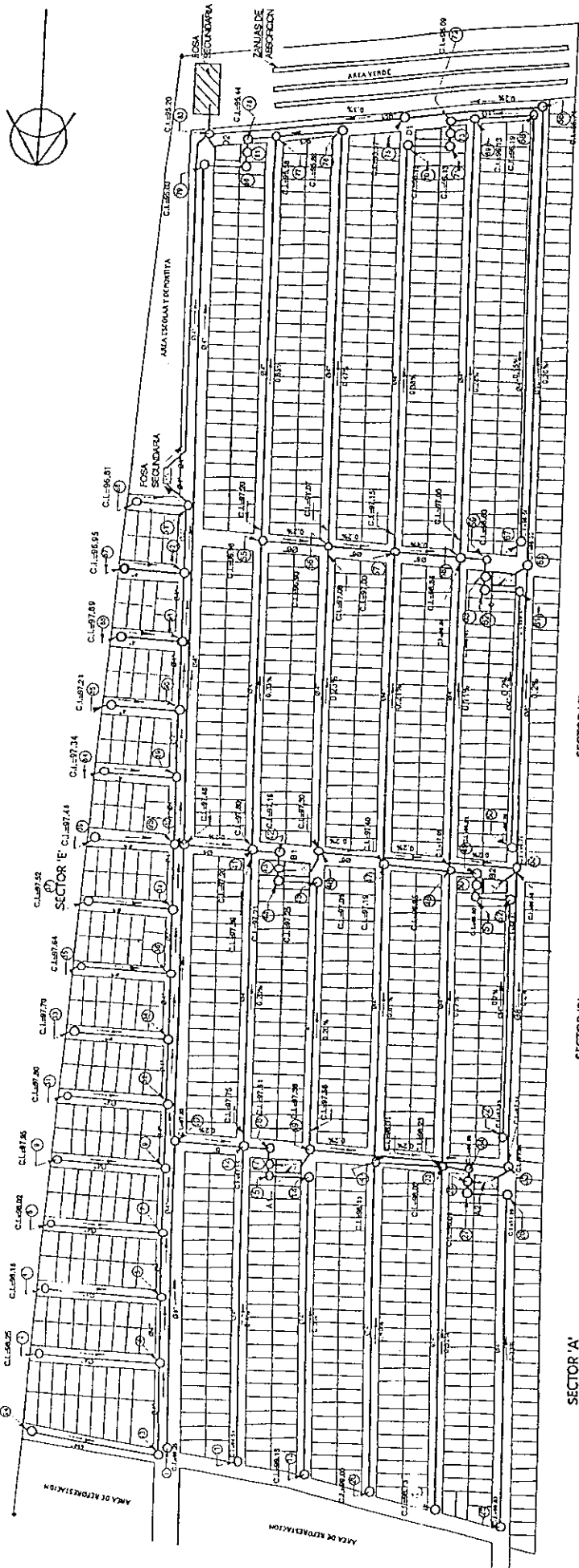
1er. COMPARTIMIENTO 2/3 LONGITUD

2º COMPARTIMIENTO 1/3 LONGITUD

FOSA SEPTICA DE 2 COMPARTIMIENTOS

LOCALIZACION

PLANOS DE LA LOTIFICACION



SECTOR 'A' SECTOR 'B' SECTOR 'C' SECTOR 'D'

1:2500 PLANTA DE CONJUNTO DRENAJES

- NOTAS:
- LOS POZOS DE VISITA SEAN DE 24" DE DIAMETRO
 - PUZOS DE DESARTE REFORZADO
 - TUBOS DE DESARTE SEAN DE 12" DE DIAMETRO
 - TUBOS DE DESARTE EN CONCRETO REFORZADO
 - FOSA SEPTICA AUTOMATA DE CONCRETO REFORZADO

FOSAS SEPTICAS

BARRIO	NR DE CASAS	CAPACIDAD (LTS)
A1	177	36.54
A2	153	48.96
B1	162	31.84
B2	126	42.72
C	220	70.40
D1	195	62.40
D2	173	54.72
TOTAL	1,304	386.28

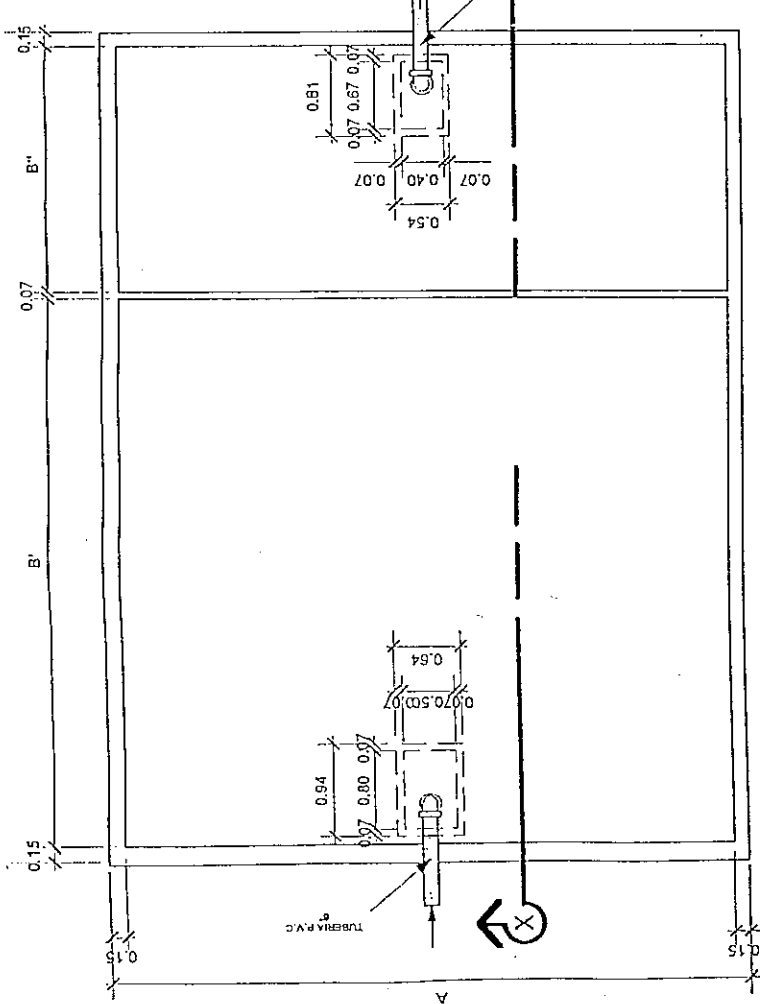
NOMENCLATURA

⊙	INDICACION DE POZOS
○	CAJAS DE VISITA
⊞	SENTIDORE PENDIENTE Y/O MANEJO
⊞	TUBERIA DE AGUAS NEGROS O FOCADO
⊞	FOSA SEPTICA (ver cada sector en este hoja)

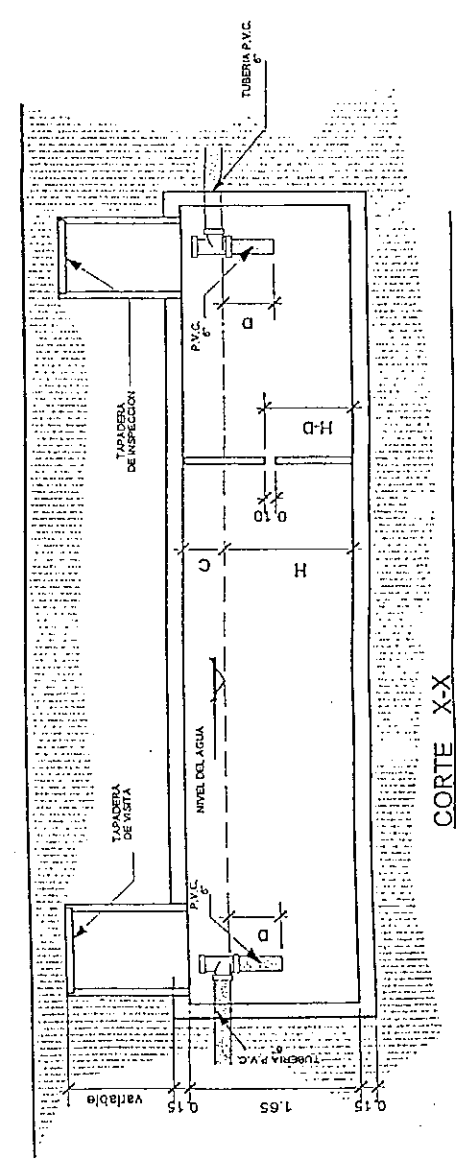
TIPO FOSA	VOLUMEN M ³	ANCHO A	LARGO B	B'	B''	ALTURA H	C	D
A1	56.64	6.00	8.50	5.67	2.89	1.33	0.30	0.60
A2	48.96	4.30	8.50	5.67	2.83	1.34	0.30	0.60
B1	51.84	5.00	8.00	5.33	2.67	1.30	0.30	0.60
B2	40.32	4.00	6.00	5.33	2.67	1.26	0.30	0.60
C	70.40	6.00	9.00	6.00	3.00	1.30	0.30	0.60
D1	62.40	5.50	8.50	5.67	2.83	1.33	0.30	0.60
D2	64.72	5.75	8.75	5.83	2.92	1.29	0.30	0.60
TOTAL	385.29							
AUXILIAR	40.00	3.75	6.00	5.33	2.67	1.33	0.30	0.70

DETALLE DE FOSA SEPTICA

ESC. 1/50



PLANTA

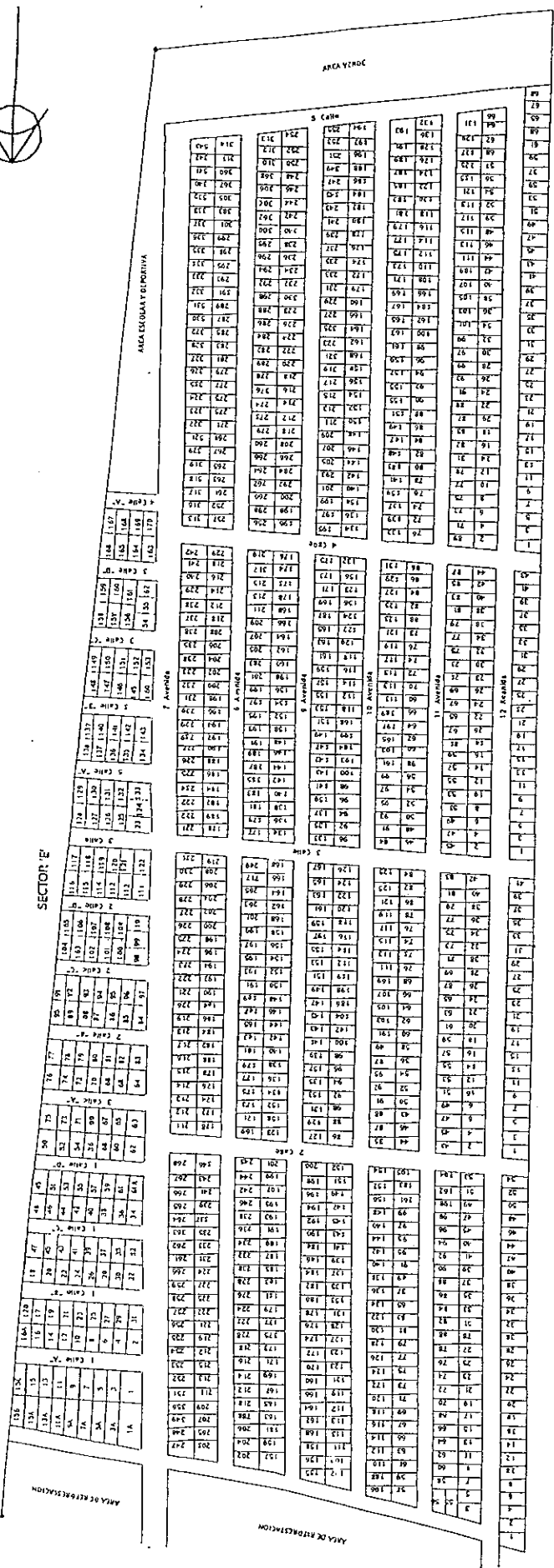


CORTE X-X



AREA VERDE

AREA CALIDAD DE PIEDRA



SECTOR 'D'

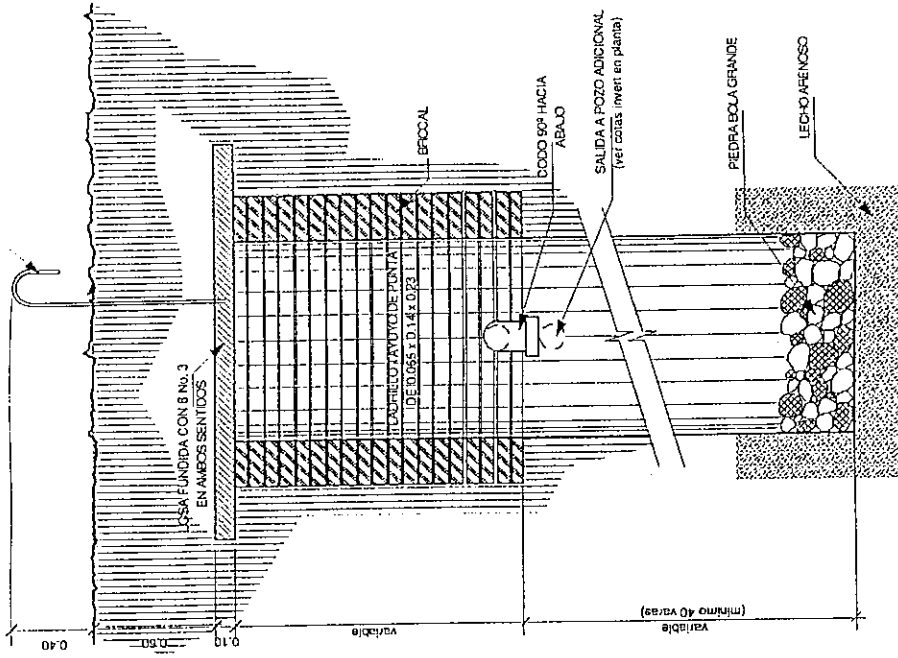
SECTOR 'C'

SECTOR 'B'

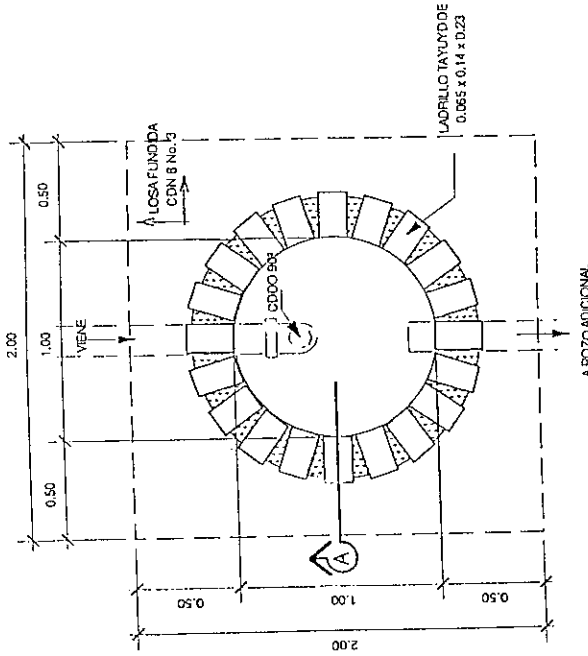
SECTOR 'A'

1:2500 PLANTA DE CONJUNTO

VENTILACION TUBO GALVANIZADO Ø 1.2"



CORTE A-A



PLANTA

POZO DE ABSORCION

ESC. 1/25

