



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

28
24

**Disposición de las Aguas Residuales
en las Comunidades Rurales**

Tesis Profesional

Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL

presenta

GENARO AVILA ORTIZ

México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVIENOMA

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-453 T.E.

Señor GENARO AVILA ORTIZ,
P r e s e n t e .

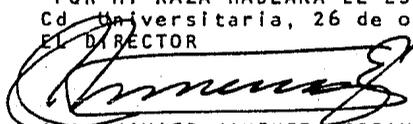
En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Enrique Chiñas de la Torre, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de Ingeniero CIVIL.

"DISPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LAS COMUNIDADES RURALES"

- I. Estudios.
- II. Relación con la salud pública.
- III. Métodos aplicables.
- IV. Aprovechamiento de las aguas tratadas.
- V. Conclusiones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesionas, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, 26 de octubre de 1982
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU

JJE/OB/LH/ser

INDICE GENERAL

	Pág.
PROLOGO	1
CAPITULO I	
ESTUDIOS GENERALES	4
CAPITULO II	
RELACION CON LA SALUD PUBLICA	12
2.1) Origen de las aguas servidas	13
2.2) Problemas que ocasionan los desechos	14
2.3) Saneamiento del medio ambiente	15
CAPITULO III	
METODOS APLICABLES	17
3.1) Métodos de disposición de excretas	18
3.1.1) Pozo negro	18
3.1.2) Letrina sanitaria	18
3.2) Métodos aplicables para la disposición de las aguas residuales en general	24
3.2.1) Fosa séptica	24
- Diseño de un sistema con fosa séptica	41
3.2.1) Laguna de estabilización	46
- Diseño de una laguna de estabilización	51
3.2.3) Tanque Imhoff	54
- Diseño de un tanque Imhoff	57

Pág.

CAPITULO IV

APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS TRATADAS	63
4.1) Disposición subsuperficial o subterránea	64
4.2) Disposición superficial	64
4.2.1) Irrigación	65
4.3) Reuso Municipal	68
4.3.1) Disposición por dilución	69

CAPITULO V

CONCLUSIONES	74
BIBLIOGRAFIA	78

PROLOGO

¿Porqué se deben tratar las aguas residuales? es una de las preguntas que surgiría espontáneamente al leer el título de este trabajo, y algunas de las contestaciones a esta pregunta sería que las aguas negras se tratan para protección de la salud pública, conservación de los recursos naturales, prevención de la contaminación de las corrientes, restauración de las condiciones naturales de recreo o protección de los mismos, etc.

Es un hecho real y no una fantasía los graves problemas que ocasionan las aguas residuales en las comunidades; y también es cierto que tenemos la obligación de hacer cuanto esté en nuestras manos para prevenir y resolver dichos problemas. El ingeniero es una de las personas indicadas, por su preparación, para participar más activamente.

Es necesaria la formación de programas efectivos de saneamiento en las zonas rurales (en nuestro caso), como una forma de atacar el problema. Asimismo pienso que es indispensable la conscientización de los habitantes de estas zonas para obtener mejores resultados.

Sabemos que las aguas residuales en las comunidades rurales están formadas de exoneraciones corporales ya sean animales o humanas, y son las más peligrosas porque pueden contener organismos perjudiciales al hombre; contienen además (las aguas residuales) papel, jabón, restos de alimentos, agua sucia procedente de baños, lavado de ropa, limpieza, etc. Estas aguas residuales a través del tiempo van aumentando, por razones obvias, y por lo tanto el problema de su disposición también crece.

Una prueba palpable de que los problemas provocados por las aguas residuales han preocupado siempre a las comunidades, son la aparición de costumbres, posteriormente leyes y finalmente reglamentos, que normaban la disposición de los desechos de los individuos y de los grupos. Algunos ejemplos de estas disposiciones son:

a) Es responsabilidad personal de los individuos, la obligación de enterrar los excrementos humanos.

b) Todo propietario ribereño tiene el derecho a usar en forma razonable el agua que pase por su propiedad.

c) Todo propietario ribereño tiene derecho a que las aguas de corrientes que lleguen a su propiedad estén en condiciones naturales inalteradas en lo que respecta a su calidad.

En este trabajo nos estamos refiriendo exclusivamente a zonas rurales, y estamos aplicando o señalando métodos de tratamiento primario, aunque alguno de ellos pueda usarse como tratamiento secundario. Estamos señalando, asimismo, los estudios y pruebas necesarias para la implantación de algún sistema de tratamiento, y también mencionamos algunas aplicaciones que se pueden emplear para las aguas resultantes. Finalmente me permito emitir algunas conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I
ESTUDIOS GENERALES

CAPITULO I

ESTUDIOS GENERALES

En la región o zona donde se trata de implantar un cierto sistema de tratamiento y disposición, de las aguas residuales en general, y de las excretas en particular, es necesario llevar a cabo estudios que nos permitan conocer las características y propiedades de la zona o región que nos ocupe. Estos estudios se efectuarán con la finalidad de conocer mejor la región para así, y basados en estos estudios, plantear métodos de solución y elegir el que resulte de una economía y eficiencia óptima.

Primeramente se estudian las condiciones económicas de sus habitantes, para poder solventar el costo de la obra por efectuar. También se tendrán que efectuar estudios, puesto que nos estamos refiriendo a zonas rurales, de los diferentes tipos de cultivos que se explotan en la región.

Tendremos que ver qué cantidad de población cuenta con servicio de agua potable (si es que se cuenta con él), y si éste es o no continuo. Si se cuenta con servicios de agua potable se tendrá que hacer un estudio de sus fuentes de abastecimiento y ver si entre ellas se tiene una corriente de agua, cercana a la población.

Interesa, también, conocer las cifras de censos de la población, tipo de familias y clase de viviendas.

Debemos hacer una ubicación de centros escolares, oficinas de gobierno, hospitales, mercado, etc.

Tendremos que determinar las cantidades de agua empleada por los diferentes tipos de consumidores (instituciones públicas, -

comercios, consumo doméstico, etc.), para así poder determinar la cantidad aproximada de líquido que se va a desalojar. Debemos investigar, además, cuáles de estos centros ya poseen un sistema de disposición y señalar el tipo de que se trate.

Requeriremos de un estudio de las aguas servidas, con el fin de saber su grado de contaminación y poder seleccionar el más adecuado método de tratamiento, de acuerdo al uso final que se va a dar al líquido resultante.

Con la recopilación y análisis de la información obtenida en puntos anteriores tenemos ya los siguientes datos básicos para la solución del problema:

- a) Población del último censo
- b) Población actual
- c) Población futura
- d) Determinación de las áreas potenciales de crecimiento
- e) Determinación de las densidades de población en las áreas potenciales de crecimiento
- f) Dotación media
- g) Población y área que será beneficiada
- h) Población y área total que se encuentra beneficiada por el sistema de disposición existente.

Además de los anteriores estudios se deberán hacer levantamientos topográficos y geohidrológicos de la zona, para conocer las características del terreno; entre las que nos interesan están las del poder de absorción del terreno, así mismo la profundidad del manto freático para que al construir el sistema que se elija (pozo negro, letrina sanitaria, foso séptico, laguna de oxidación)

dación), se cuida de no contaminar las corrientes de agua subterránea. En particular para un campo de oxidación se deberán efectuar por lo menos cuatro pruebas del poder de absorción del terreno, que se realizan en las siguientes cuatro etapas:

1.- Se efectúa una excavación de 0.30 x 0.30 m de paredes verticales, hasta alcanzar la profundidad proyectada para las zanjas de absorción (fig. 1) .

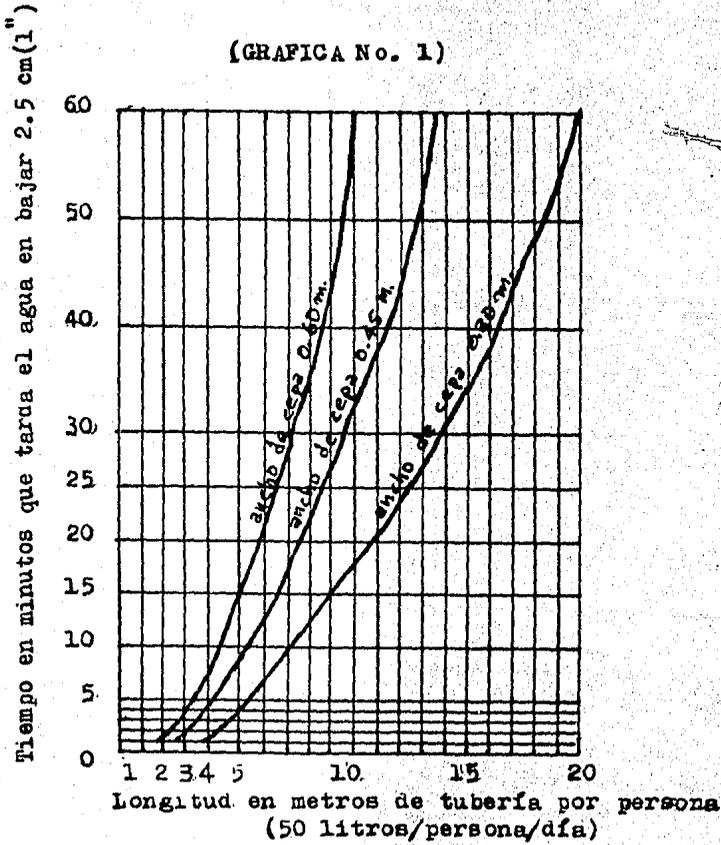
2.- Se limpia perfectamente el fondo y las paredes de la excavación, depositando posteriormente una capa de 5 cm. de gravilla o de arena gruesa y que sirve como filtro para el agua.

3.- Se vierte agua en el pozo hasta una altura de 30 cm., sobre la grava, agregando más líquido conforme se vaya consumiendo, tratando de conservar constante el tirante de agua por lo menos durante dos horas. Para suelos arenosos no es necesaria esta etapa.

4.- Después de 24 horas de haberse colocado esa agua se observan los resultados: Si conserva un tirante de agua de 15 cm., el terreno es inapropiado para un campo de oxidación ; si el tirante es menor o el agua se consumio totalmente, entonces el terreno es adecuado. Si el caso es este último, se agregará agua hasta obtener un tirante de 15 cm. sobre la grava, observándose el tiempo que tarda ésta en infiltrarse totalmente. La determinación del tiempo promedio que se requiere para que el agua baje una pulgada, se obtiene dividiendo el tiempo promedio, obtenido de las diferentes pruebas, entre el número de ellas . Con este tiempo se entra a la gráfica que corresponda, según se quiera determinar la longitud de drenes para viviendas o para escuelas .

GRAFICA PARA CAMPOS DE OXIDACION

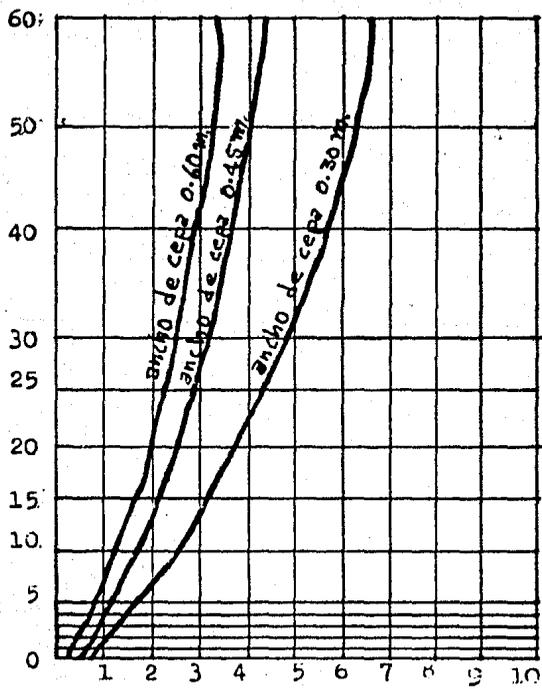
(GRAFICA No. 1)



GRAFICA PARA CAMPOS DE OXIDACION

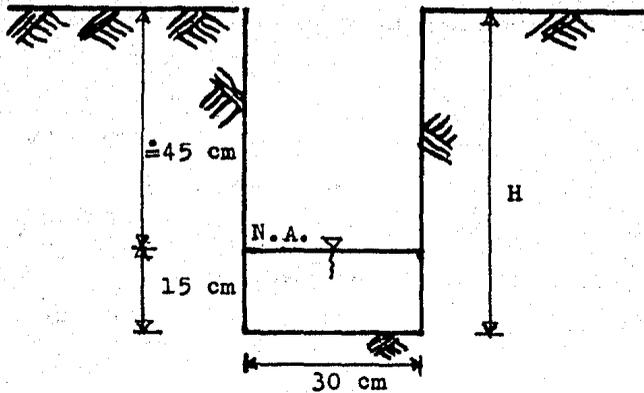
(GRAFICA No. 2)

Tiempo en minutos que tarda el agua en bajar 2.5 cm(1")



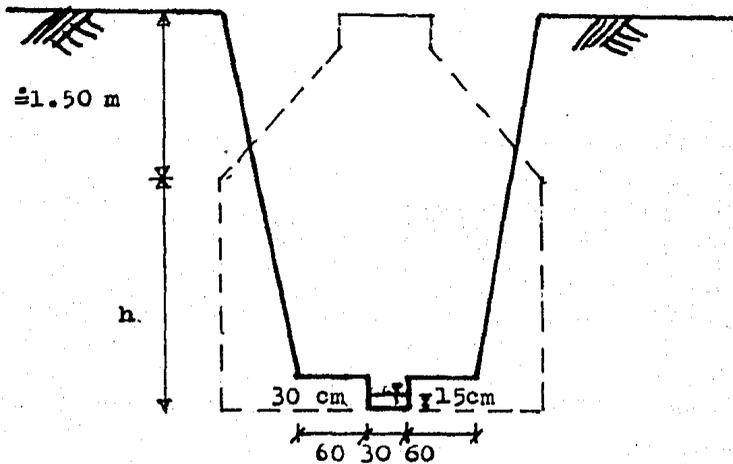
Longitud en metros de tubería por alumno
(50 litros/persona/día)

(FIG. 1.)



"H" Depende de la profundidad proyectada para los drenes filtrantes . Se recomienda una profundidad mínima de 60 cm.

Para pozos de absorción se efectúan pruebas similares, en donde "h" dependerá de la capacidad del tanque séptico(FIG. 2)



(FIG. 2)

En forma general, para seleccionar el sistema de infiltración se comparan los resultados con la siguiente tabla:

Mínutos que tarda el agua en descender una pulgada.	Clase de terreno en cuanto a su poder de absorción .
0 - 3	Rápido (gravilla o arena gruesa)
3 - 5	Medio (arena fina o arcillosa)
5 - 30	Lento (arcilla con poca arena)
30 - 60	Semi-impermeable (arcilla)
60 ó más	Impermeable (limos)

(TABLA No. 1.1)

De los resultados obtenidos de la tabla 1.1 se entra a la tabla 1.2 y se elige el sistema de infiltración más conveniente.

Clase de terreno en cuanto a su poder de absorción.	SISTEMAS A EMPLEAR		
	Pozos de absorción	Campo de oxidación	Cama de arena
Rápido	Sí	Sí	No
Medio	Sí	Sí	No
Lento	Sí	Sí	No
Semi-impermeable	No	Sí	No
Impermeable	No	No	Sí
Vertido a un efluente después de la oxidación	No es necesario	Sólo si el terreno es semi-imper.	Siempre
Costo inicial relativo	Bajo	Medio	Alto

(TABLA 1.2)

Si se planea utilizar una laguna de oxidación, se debe determinar el volumen máximo de líquidos que va a entrar y el volumen mínimo que se va a retener en la laguna. Veamos lo que significa — uno y otro concepto:

El volumen máximo de líquidos que entran a la laguna es la suma del consumo básico líquido desecho — agua de la comunidad, — más el líquido que entra al sistema por infiltración, lluvias, — etc.

El volumen mínimo de líquido que se va a retener en la laguna es igual al consumo básico líquido desecho-agua, menos la — pérdida de líquido por filtración y evaporación .

De lo anterior se deduce que se tengan que hacer estudios — completos del suelo que se piense utilizar , del clima y la intensidad de precipitaciones pluviales anuales que se estimen, es — to último basado en datos estadísticos , de varios años atrás, — de la región de que se trate.

De la eficiencia con que se realicen los estudios necesarios, y del criterio y buen juicio de quien proyecte, dependerá — en gran medida el éxito en la solución del grave problema que — representa la disposición de las aguas residuales , en las diferentes comunidades de nuestro país.

C A P I T U L O

II

RELACION CON LA SALUD PUBLICA

CAPITULO II

RELACION CON LA SALUD PUBLICA

Como podemos darnos cuenta nos interesa, y tenemos la obligación de ver los efectos que causa en el hombre el estar rodeado de un medio insalubre, aunque estas condiciones se presenten por las mismas actividades diarias de la humanidad, aumentadas considerablemente por su inagotable afán de progreso, que en muchas ocasiones causa deterioro de la salud sin que él mismo se dé cuenta .

2.1 Origen de las aguas servidas

Desde que el hombre apareció en la tierra y tuvo necesidad de llevar a cabo actividades dirigidas a satisfacer sus apremiantes necesidades de alimento y casa, produjo desechos sobrantes de esas actividades. Entendiendo como "desecho" a todo aquello que no se puede o no es fácil aprovechar, o considerado como inservible.

Así se produjeron desechos animales, vegetales y minerales y conforme el hombre va progresando se van creando más y más desechos, como los agrícolas, ganaderos e industriales, y como el hombre tiene necesidad de agruparse para poder resolver mejor los problemas que se le presentan, va formando conglomerados cada vez mayores, hasta integrar las grandes ciudades y con éstas surgen problemas graves de insalubridad debido, más que nada, a la producción de grandes volúmenes de aguas servidas.

Pero no sólo en las grandes ciudades existe el problema de insalubridad, sino también en las zonas rurales y aquí se ve au

mentado debido a que, por falta de instalaciones adecuadas, las gentes hacen sus necesidades fisiológicas al aire libre y esto provoca grandes males en la salud de los individuos. Y también por la falta de atención en la disposición de las aguas servidas, ya que en general, en nuestro país se da mayor importancia al abatecimiento de agua que a su disposición final, llegando a haber una desproporción de nueve a uno entre los sistemas de abastecimiento y redes de alcantarillado.

La contaminación de las corrientes de agua, ya sea por desechos domésticos y/o desechos industriales, provoca grandes problemas a las comunidades; en las comunidades rurales los sectores más perjudicados son los agrícolas y ganaderos .

2.2 Problemas que ocasionan los desechos

Existen tres clases de desechos; Sólidos, líquidos y gaseosos; podemos considerar a las basuras como desechos sólidos, a las aguas servidas como líquidos y gaseosos a los humos y polvos .

Se les denomina aguas servidas a las aguas resultantes de los diversos usos posibles.

A las aguas resultantes de las actividades diarias en los edificios, se les denomina aguas domésticas .

Se les llama basuras a la composición resultante de residuos animales, vegetales y minerales , procedentes de las actividades diarias .

Les llamaremos desechos gaseosos a las emanaciones de fluidos acríformes de carácter peligroso para la salud, principal

mente humos y polvos.

Los desechos tienen gran importancia en la salud de una comunidad, ya que pueden causar directamente enfermedades o constituir un medio para el desarrollo de elementos nocivos para la salud; además causan perjuicios a las propiedades y a la economía privada y pública.

2.2.1) Las enfermedades transmisibles se difunden por contacto directo, con la secreción o excreción proveniente de un cuerpo enfermo, o indirectamente, por medio de un vehículo o un vector de transmisión.

Se denomina huésped a todo ser en el que es capaz de vivir y multiplicarse un agente infeccioso.

A los seres capaces de conservar los agentes de enfermedad, para posteriormente pasarlo a un nuevo huésped se les llama depósitos o reservorios.

Las excretas humanas son un caso particular de desechos y debemos confinarlas, eliminarlas o tratarlas, ya que al ser depositadas en el suelo y bajo condiciones de humedad, temperatura e iluminación propicias, pueden contaminarlo con parásitos - que, como la unciaria, evolucionan hasta la forma apropiada para la infección y penetran activamente atravesando la piel humana, desarrollando un nuevo caso de este padecimiento. La transmisión de bacterias, al hombre, también puede suceder cuando se utiliza agua contaminada por el escurrimiento de excretas.

2.3) Saneamiento del medio ambiente

Un medio insalubre puede considerarse como uno de los más

graves problemas que aquejan a las comunidades , tanto urbanas como rurales .

En la medida en que se construyan obras para el saneamiento del medio en que vive el hombre, disminuirán padecimientos respiratorios, neuróticos y principalmente gastrointestinales, tales como la diarrea, disentería, tifoidea y paratifoidea, parasitosis, etc. Los gérmenes causantes de estos males efectúan su incubación en basureros, inmundicias, aguas y en general en todos aquellos lugares que favorecen la descomposición espontánea de las materias orgánicas. Los vehículos para que estos gérmenes penetren al organismo son :

- a).- El agua contaminada
- b).- Las manos desaseadas o infectadas por contacto directo con personas enfermas o portadoras de la enfermedad.
- c).- Infección de alimentos contaminados.

Por lo tanto, una de las medidas más efectivas para disminuir dichos padecimientos, es mejorar la calidad del suministro de agua, para lo cual es necesario evitar que se contamine, o bien, construir plantas potabilizadoras .

La vida moderna acrecenta los problemas de insalubridad del medio ambiente. Los desechos industriales han incrementado la contaminación de los cuerpos superficiales y subterráneos de agua, y con ello ha dañado a la economía y salud de importantes grupos sociales .

CAPITULO
III
METODOS APLICABLES

CAPITULO III METODOS APLICABLES

Se ha planteado la situación de los problemas que ocasionan las aguas residuales procedentes de las comunidades, ahora plantearemos algunos métodos de disposición, aplicables principalmente a comunidades rurales.

Las soluciones que aquí propondremos se pueden dividir en dos clases: Unas para la disposición de las excretas en particular (pozo negro y letrinas sanitarias); y otras para la disposición de las aguas residuales en general (lagunas de estabilización o de oxidación, tanque Imhoff y fosa séptica).

3.1 Métodos de disposición de excretas

3.1.1 Pozo negro:

Este método no es muy recomendable, ya que únicamente consiste en un pozo con piso y con un agujero, o sea, es una letrina sanitaria sin taza ni caseta.

3.1.2 Letrinas sanitarias:

La letrina sanitaria es uno de los métodos más sencillos y económicos para la disposición de excretas, no requiere de agua intradomiciliaria y es recomendable en cualquier tipo de clima, en viviendas y escuelas ubicadas en zonas rurales principalmente.

Para que la letrina sanitaria cumpla satisfactoriamente con el fin deseado se deben observar las siguientes disposiciones:

a) Localización .-

- Se localizará en terrenos secos y a salvo de inundaciones -

- En terrenos con pendiente , la letrina se localizará en las partes bajas .
- La distancia mínima vertical entre el fondo del foso de la letrina y el nivel del manto de aguas freáticas será de 1.50 m.
- La distancia mínima horizontal entre la letrina y cualquier fuente de abastecimiento de aguas, dentro del predio o predios vecinos , será de 15 metros.
- La distancia mínima entre la letrina y la vivienda será de 5 metros.

b).- Limitaciones :

- No es adecuada su instalación en suelos arenosos con aguas freáticas altas en cualquier estación del año; en éste último caso se construye un foso impermeable que deberá limpiarse cada vez que se llene .
- No se recomienda construirse en zonas donde existan norias para el abastecimiento de agua, si no se hace un estudio completo del suelo y mantos de agua subterránea.
- Se deberá construir otra letrina cuando el nivel superior de llenado haya llegado a 50 centímetros de la losa, taza y caseta, y el foso ya utilizado se cubre con tierra. Al hacer otro foso se debe tener cuidado de que tenga una localización correcta, o sea, que cumpla con las indicaciones antes descritas.

La letrina sanitaria consta de las siguientes partes: Foso, brocal, losa, taza y cabeta . A continuación describiremos cada

una de estas partes .

FOSO.- La forma del foso puede ser cualquiera, aunque se recomienda la cuadrada o la rectangular . La profundidad del foso es variable, amoldándose a las características y situación del terreno donde se va a excavar . Sólo por facilidad se recomienda una profundidad de 1.80 metros.

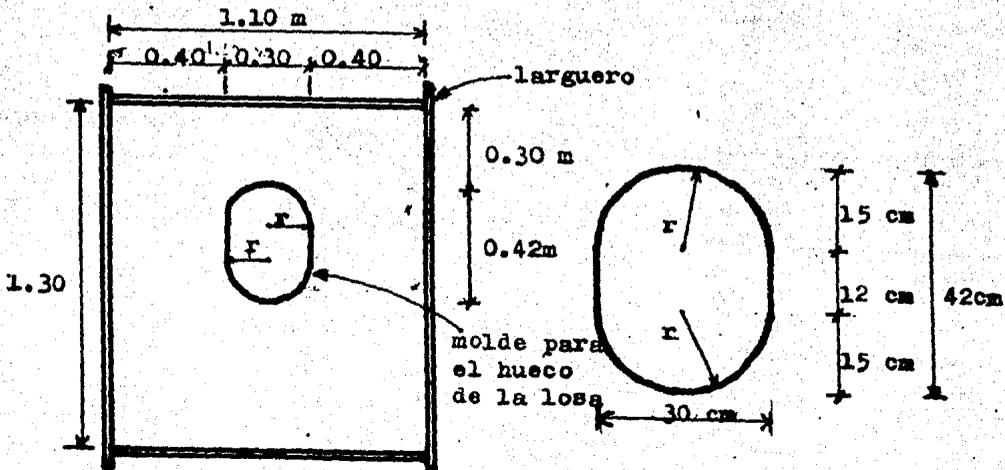
Si existieran problemas de derrumbe a la hora que se va excavar el foso, se ademarán las paredes . La única limitación en la profundidad del foso es que su nivel inferior deberá estar por lo menos a 1.50 metros, arriba del nivel de las aguas freáticas , con el fin de evitar la contaminación de éstas.

BROCAL.- El brocal se construirá con material existente en la región y deberá sobresalir 15 centímetros, aproximadamente del nivel del terreno natural incluyendo en ellos el espesor de la losa. El brocal se puede construir de tabique , piedra braza, piedra bola de río o cualquier otro material lo menos poroso posible.

Alrededor de la losa se remata en un chaflán, con el fin de evitar el exceso de las aguas superficiales , que provocan grandes filtraciones y si son jabonosas, grasosas o con detergentes pueden alterar el proceso de descomposición de las excretas.

LOSA.- Se construirá de concreto reforzado para mayor seguridad y duración , ajustandose a las siguientes especificaciones:

a).- Los moldes se construirán de acuerdo a las dimensiones mostradas en la figura 3.1

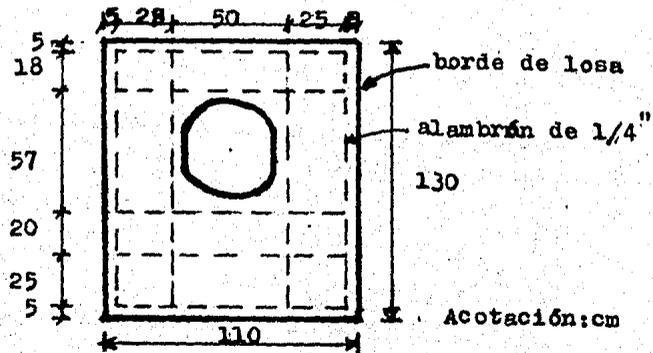


(FIG. 3.1)

b).- La dosificación de los materiales con que se construirá la losa serán en una proporción de 1:2:4 (un volumen de cemento, - dos volúmenes de arena y cuatro volúmenes de grava). La cantidad de agua que se agregará será de 30 litros, aproximadamente, por - saco de cemento.

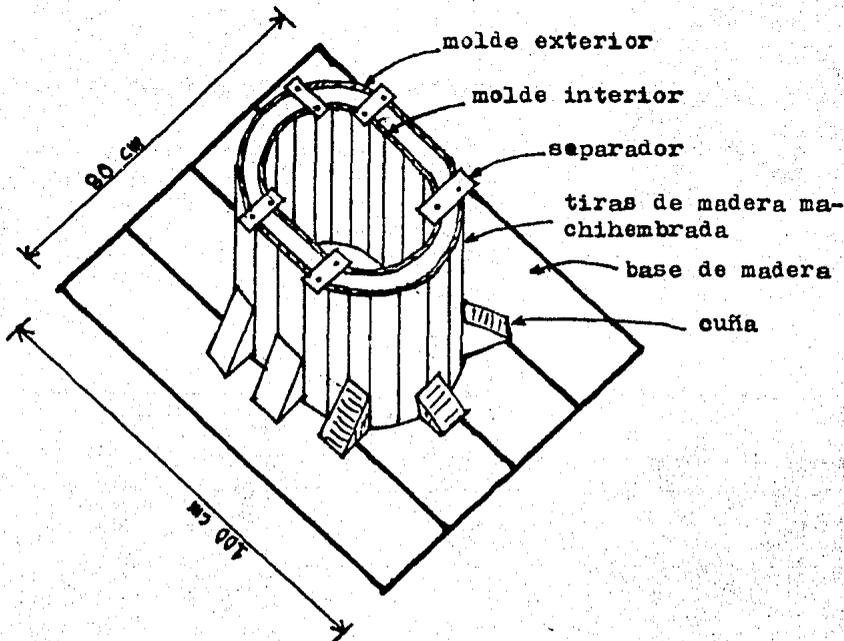
c).- El acero de refuerzo se distribuirá de acuerdo al siguiente esquema:

(FIG. 3:2)



TAZA.- El molde de madera de la taza se arma con tramos de madera machihembrada de 5x30x1.3 centímetros y que se amarran entre sí con alambre **recocido**.

Para el colado de la taza, tanto el molde exterior como el interior se colocan sobre una base de madera en la que previamente se han clavado una serie de cuñas que servirán de guía para la colocación de los moldes los cuales, además se unirán entre sí en su parte superior por medio de separadores, con esto se evitará tanto el desplazamiento como la deformación del molde durante el vaciado del concreto.



(FIG. 3.3)

CASETA.- La caseta se puede construir de tabique y techo de losas precoladas o de cualquier material que abunde en la región, por ejemplo: Los marcos pueden ser de madera rústica o labrada; los techos de láminas, teja, penca de maguey o palma y las paredes se pueden construir con madera, carrizó, palma, hoja de plátano u otro material existente en la región.

3.1.2.a Conservación y mantenimiento

Se deberán seguir los siguientes pasos:

- 1).- Conservarla limpia y libre de desechos.
- 2).- Evitar que los animales domésticos entren o duerman dentro de la caseta.
- 3).- Mantener la tapa siempre tapada, cuando no esté en uso, para evitar la entrada de moscas al interior del foso.
- 4).- Arrojar dentro del foso los papeles utilizados.
- 5).- No arrojar dentro del foso el agua de cocinas o de lavado, ni basuras, cenizas, ó el agua de lluvia.
- 6).- No aplicar ningún desinfectante dentro del foso, ya que se alteraría el proceso de descomposición de las excretas.
- 7).- Si se nota la presencia de mosquitos, vacíese en el foso un vaso de tractolina cada semana.

En el caso de terrenos duros o rocosos, o que el nivel de las aguas freáticas se encuentran a poca profundidad, podemos construir una letrina elevada y extraer periódicamente los desechos, por un agujero que se dejará previamente y que se cubre con una tapa removible de concreto o madera.

3.2 Métodos aplicables para la disposición de las aguas residuales en general.

3.2.1. Fosa séptica :

En los lugares en donde no existe alcantarillado, principalmente en las zonas rurales , y por lo tanto se tiene el problema de la disposición de las aguas negras provenientes de casas aisladas o de pequeños grupos, escuelas, etc., se puede adoptar un medio supletorio : El sistema con fosa séptica , al que, si se le presta la debida atención , resuelve en forma satisfactoria dicho problema.

Para que se pueda establecer un sistema con fosa séptica es necesario que se tenga un buen aprovisionamiento de agua; que puede proceder de un servicio público o privado; además contar con una superficie de terreno grande . EL REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA menciona en sus artículos 106, 108 y 109, algunas de las condiciones que deben cumplir las fosas sépticas :

Art. 106.- Sólo podrá autorizarse la instalación de fosas sépticas o plantas de tratamiento de aguas negras para edificios ubicados en lugares que se encuentren fuera del perímetro de las redes de saneamiento, y en tanto no existan servicios de atarjeas. Toda fosa séptica o planta de tratamiento de aguas negras, será del material y capacidad aprobadas por las autoridades sanitarias.

Art. 108.- Las fosas sépticas llenarán las siguientes condiciones :

a). Constarán de una cámara de fermentación, de un departamento

de oxidación y de un pozo de absorción o drenes para irrigación sub- superficial.

b). La cámara de fermentación o de acción séptica deberá ser cubierta ; construida y revestida con material impermeable; calculándose su capacidad a razón de 150 litros por persona y por día, pero siempre mayor o igual a 1500 litros; y estará provista de dispositivos para que las aguas negras al llegar a ella lo hagan en forma lenta y sin agitación .

c). El sistema de oxidación puede consistir en : Una cama de oxidación , pozos de absorción o campo de drenes .

C.1) La cama de oxidación o lecho bacteriano se encontrará descubierto, conteniendo material poroso, como tezontle, piedra quebrada o grava que se utilizará como medio filtrante oxidante.

C.2) En el caso de no disponer de terreno el lecho bacteriano se encontrará cubierto, con un tubo ventilador de 20 centímetros de diámetro como mínimo.

C.3) El campo de drenes compuesto de varias líneas de tubos perforados se instalarán como posteriormente se indicará.

d).- Al tanque séptico descargarán únicamente aguas negras que provengan de excusados, mingitorios y fregaderos de cocina.

La autoridad sanitaria dispondrá, si las aguas procedentes de baños, lavabos y del filtro oxidante, descargarán directamente a drenes superficiales o a otros pozos absorbentes.

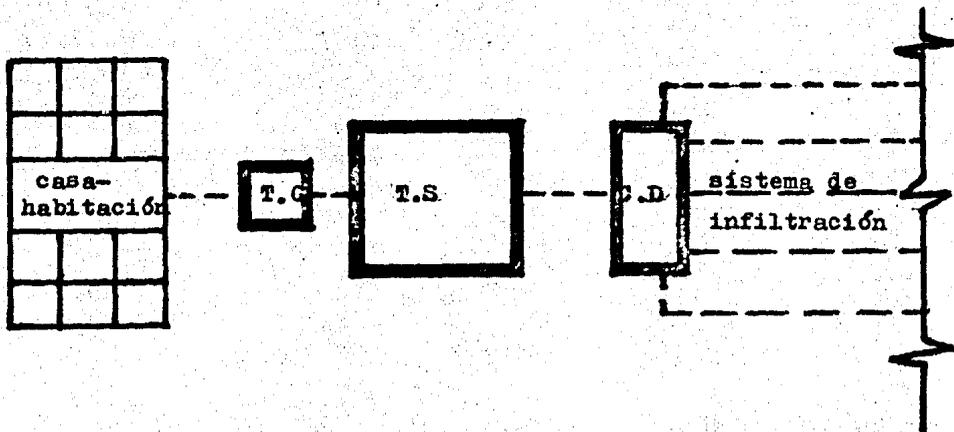
Art.109.- La autoridad sanitaria decidirá el procedimiento técnico para el tratamiento de aguas negras, en los casos de que no se usen los citados artículos anteriores .

Después del alcantarillado sanitario, la fosa séptica es el medio más recomendable, para la eliminación de la peligrosidad

de las aguas servidas, por su economía y sencillez de construcción y mantenimiento .

La instalación del sistema del tanque séptico consta de las siguientes partes : 1).- Trampa de grasas, 2).- Tanque séptico, - 3).- Caja de distribución, 4).- Sistemas de infiltración .

El pozo de absorción será necesario en determinados casos en subsitución del campo de oxidación. El siguiente esquema muestra las partes constitutivas del sistema de tanque séptico:



(FIG.3.4)

1).- Trampa para grasas : Son dispositivos que deben instalarse cuando se prevé que habrá descargas fuertes de grasas provenientes de cocinas colectivas, talleres, fábricas, etc. Consiste simplemente en una caja de tabique o concreto, o bien de un tubo de concreto de los que se utilizan en las alcantarillas.

Para determinar su capacidad se considerará, en general, el doble de líquidos que entra durante el gasto máximo horario. En pequeñas instalaciones la capacidad debe ser de 8 litros por persona y nunca menor de 120 litros en total.

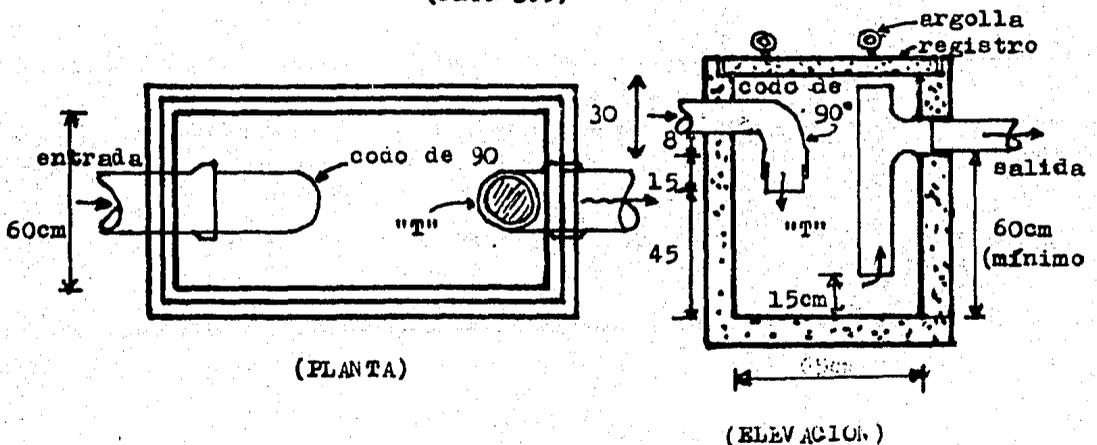
La caja debe contar con tapa removible para poder limpiarla con frecuencia, ya sea cada tres días, o bien, cada semana según se juzgue conveniente.

El gasto máximo horario se puede calcular muy aproximadamente como el 1.45 del volumen total diario, entre 24 :

$$Q \text{ máx. hor.} = \frac{(1.45) \text{ vol. Total diario}}{24}$$

El 1.45 procede del producto de los factores para obtener el máximo diario y horario, tomados como $1.2 \times 1.2 = 1.44$

(FIG. 3.5)



2).- Tanque séptico: Es un depósito impermeable, en el cual se efectúa el proceso séptico, la sedimentación de lodos y la formación de natas. Con el tiempo se reduce el volumen de sedimentos y natas y su carácter en un principio altamente ofensivo, tiende a desaparecer; el agua intermedia entre el sedimento y la nata se va clarificando. Lo anterior se debe a que privada la masa de agua de la luz y el oxígeno del aire, se favorece la vida y reproducción de seres microscópicos llamados anaeróbios por poderse desarrollar en un medio desprovisto de oxígeno del aire, el cual toman junto con los elementos necesarios para su existencia de la materia orgánica, destruyendo su estado sólido y reduciéndola a productos minerales inofensivos. A este proceso de descomposición se le llama " séptico " o anaeróbico.

Si a las aguas resultantes del " proceso séptico " se les pone en contacto con el oxígeno del aire, rápidamente se oxidan convirtiéndose aún más inofensivas. En este proceso intervienen otras bacterias, que por necesitar el oxígeno del aire para su existencia, se les llama aeróbicas y al proceso que verifican se le llama " aeróbico " .

El tanque séptico debe cumplir los siguientes requisitos:

- a).- Estar separado de la vivienda un mínimo de tres metros.
- b).- Su capacidad mínima debe ser de 1500 litros, considerando a 10 personas como mínimo; y para escuelas considerando una aportación de 50 litros por alumno y por turno. En todo esto ya estamos incluyendo el espacio para lodos. Para otros casos ver la siguiente tabla :

TIPO DE EDIFICIO	LTS./PERSONA/ DIA	FACTOR DE CONVERSION
VIVIENDAS	150	1
CASAS DE CAMPO	120	4/5
ESCUELAS SIN COMEDOR	45	3/10
ESCUELAS CON COMEDOR	90	3/5
FABRICAS SIN COMEDOR	45	3/10
COLEGIOS Y CUARTELES	300	2
HOSPITALES	600	4

(Tabla 3.1)

- c).- El período de retención debe ser de 24 a 48 horas .
- d).- El tirante mínimo del líquido debe ser de 1.10 metros.
- e).- Su largo es de dos a tres veces su ancho
- f).- Debe haber una diferencia de altura entre el tubo de llegada y el de salida de 5 centímetros como mínimo.

El depósito puede construirse también con cuatro o más tubos de alcantarillado, colocados horizontalmente uno tras otro, con un diámetro interior mínimo de 76 centímetros .

Para facilitar el diseño de tanques sépticos podemos usar la siguiente tabla, la cual está relacionada a la figura 3.6 .

TABLA (3.2)

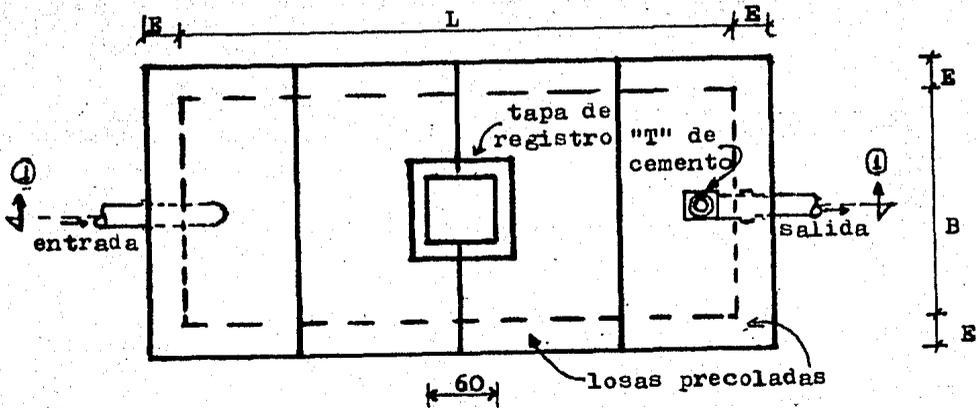
No. de personas Servicio en: Viviendas	Capacidad T.Séptico (en litros)	dimensiones (en metros)							
		Largo (L)	Ancho (B)	Tirante (h ₁)	Nivel exterior (h ₂)	Alt. (H)	Cota exterior de la pared (R ₂)	Cota interior (R)	
--10	--30	1500	1.95	0.70	1.10	1.15	1.70	0.55	0.15
11 a 15	31-45	2250	2.15	0.90	1.15	1.20	1.75	0.60	0.15
16 a 20	46-60	3000	2.35	1.10	1.20	1.25	1.80	0.60	0.15
21 a 30	61-90	4500	2.80	1.30	1.25	1.30	1.85	0.60	0.15
31 a 40	91-120	6000	3.20	1.45	1.30	1.35	1.90	0.65	0.30
41 a 50	121-150	7500	3.50	1.60	1.35	1.40	1.95	0.65	0.30
51 a 60	151-180	9000	3.70	1.75	1.40	1.45	2.00	0.65	0.30
61 a 80	181-240	12000	4.35	1.90	1.45	1.50	2.05	0.70	0.30
81 a 100	241-300	15000	4.80	2.10	1.50	1.55	2.10	0.70	0.30

La tabla anterior se elaboró con los siguientes datos : En servicio doméstico se tomó una dotación de 150 litros /persona/ día y un período de retención de 24 horas; para el servicio escolar el número de personas se determinó para un período de trabajo de 8 horas diarias. Para diferentes períodos de trabajo escolar habrá que buscar la relación que existe entre el período de retención y el período de trabajo diario escolar, relacionándola con la capacidad doméstica. Por ejemplo, si tomamos un tanque séptico para 48 personas / día, ¿ a cuántas personas dará servicio escolar si el período de trabajo diario es de 6 horas?

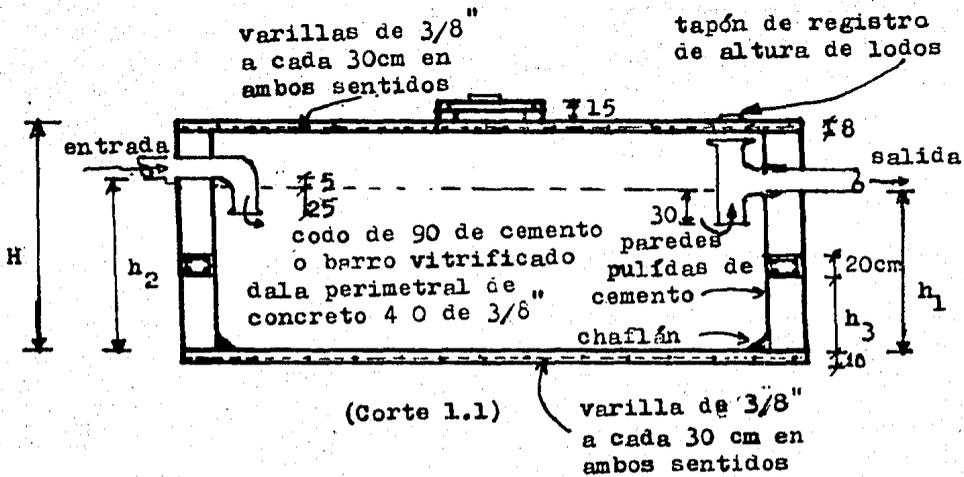
$$\text{Relación} = \frac{\text{período de retención}}{\text{período de trabajo}} = \frac{24}{6} = 4$$

Entonces puede dar servicio escolar para : $4 \times 48 = 192$ personas .

En el siguiente esquema se muestran cada una de las partes de que consta un tanque séptico:



(FIG. 3.6)



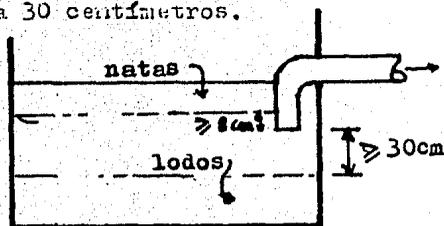
(Corte 1.1)

Acotación:cm

Para que el tanque séptico tenga un buen funcionamiento y cumpla satisfactoriamente con su cometido se deben observar las siguientes indicaciones :

Deberá inspeccionarse cada seis meses si se trata de escuelas y cada año si se trata de servicio doméstico. Se debe tener cuidado en ventilar perfectamente el tanque séptico antes de hacer la inspección, y por ningún motivo utilizar flamas que puedan ocasionar una explosión a causa de los gases que se encuentran en el interior del tanque. La inspección tiene por objeto determinar:

- a).- La distancia del fondo de la nata al extremo inferior del tubo de salida que no debe ser menor que 8 centímetros.
- b).- El espesor de los lodos deberá ser menor, de tal manera que el espacio entre la superficie superior de los lodos y la salida sea mayor o igual a 30 centímetros.



2).- Si de la inspección realizada se deduce que no cumple con los requerimientos antes citados, deberá efectuarse la extracción de lodos, la cual puede efectuarse mediante cables provistos de un mango largo o por bombeo, procurando dejar una pequeña cantidad, para que el funcionamiento del tanque no se interrumpa. Los lodos extraídos deben enterrarse.

3).- El tanque séptico no se debe lavar ni desinfectar después de extraer los lodos, ya que con esto se interrumpiría la acción séptica y no tendría buen funcionamiento en unos días.

4).- Cuando se va a poner a funcionar un tanque séptico nuevo, - se debe llenar de agua y si se tiene a la mano, vertir dentro de él unas cubetas de lodo, procedente de otro tanque, para acelerar el "proceso anaeróbico".

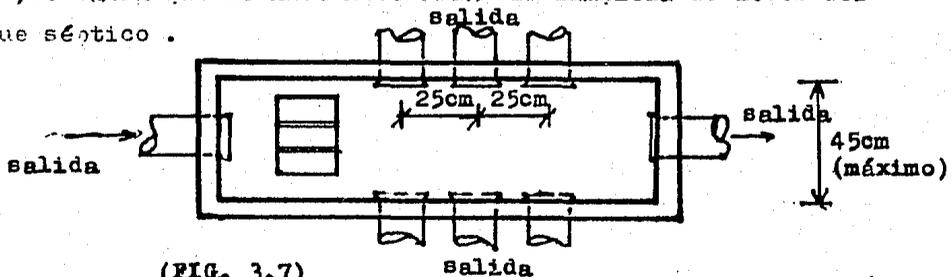
3).- CAJA DE DISTRIBUCION su función es la de distribuir el agua, proveniente del tanque séptico en una forma proporcional - al número de salidas, las cuales deben colocarse todas al mismo nivel para que se cumpla lo anterior.

Va unida al tanque por tubería de junta hermética y su ancho útil no excederá de 45 centímetros y su largo estará en función directa al número de salidas, ya que se debe conservar un espacio mínimo entre éstas de 25 centímetros de eje a eje de los tubos.

Se recomienda que la entrada de la caja se localice a 5 centímetros del fondo y la salida a un centímetro del mismo.

La caja de distribución podrá construirse de tabique, con creto, hierro, mampostería, etc; las paredes y el piso deben ser impermeables y estar provista de tapa movable para su limpieza.

Cuando se note en la caja de distribución la presencia de lodos, se sabrá que se hace necesaria la limpieza de lodos del tanque séptico.



4).- SISTEMA DE INFILTRACION con los dispositivos ideales del sistema con fosa séptica, y pueden consistir en un pozo de absorción, un campo de oxidación o en una cama de arena, o bien en una combinación de ellos.

La elección de uno de los anteriores sistemas depende de las características del terreno, permeable o impermeable, para lo cual deben efectuarse las pruebas ya descritas en el Capítulo 1 de este trabajo.

El objetivo primordial de los sistemas de infiltración es el de poner en contacto las aguas que provienen del tanque séptico con el aire de la atmósfera o del terreno, con el fin de que se oxiden y pierdan por completo su olor, alta peligrosidad y olor ofensivo. A continuación describiremos cada uno de los sistemas de infiltración mencionados:

a).- Campo de oxidación : Consiste en una red de tuberías que distribuyen y ponen en contacto con el aire del terreno natural o de la atmósfera, a las aguas provenientes del tanque séptico. La profundidad de estas tuberías siempre será menor de 90 centímetros con respecto al nivel natural del terreno. La profundidad media recomendable es de 60 centímetros.

Los tubos deben ser perforados y separados entre sí, de tramo en tramo, por lo menos un centímetro. Sobre las juntas separadas se colocará papel alquitranado con objeto de evitar que el relleno de la sanja penetre a la tubería y la taponé.

Se recomienda que los tubos sean de barro vitrificado o de concreto; con una pendiente máxima de 1% según la pendiente del suelo.

Se debe evitar que los campos de oxidación se localicen - cerca de árboles, con el fin de evitar que sus raíces penetren en las tuberías y las tapen o levanten .

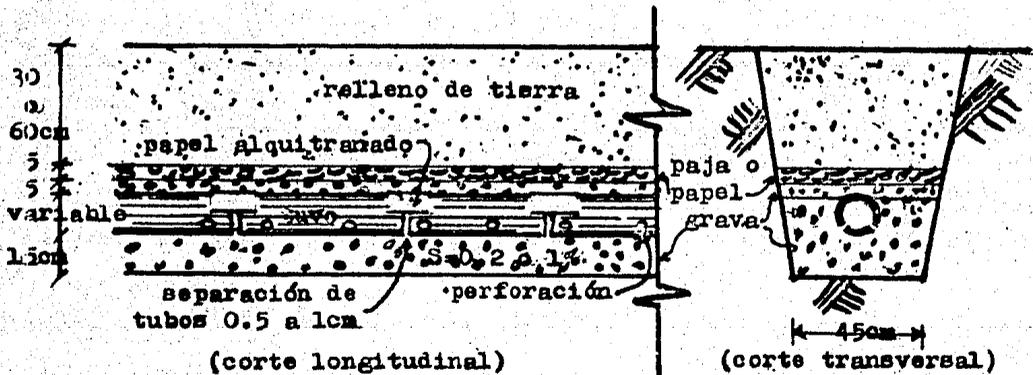
La siguiente tabla proporciona el gasto que puede recibir cada línea de tubos o pozo absorbente, según la clase de tierra no :

CAUDAL ADMISIBLE POR DIA

Minutos que tarda en descender 1" el nivel del agua	Caudal en zanja de oxidación (en lts./m)	Caudal en pozos de absorción (litros/m ²)
1	50	215
2	40	175
5	30	130
10	20	95
30	10	45
60	7.5	30

(TABLA 3.3)

(FIG.3.8)



Los campos de oxidación, zanjas filtrantes, filtro subterráneos y cámaras de oxidación deben inspeccionarse periódicamente, pues con el tiempo se ira depositando material sólido que puede llegar a tapar los huecos del material filtrante y entonces será necesario levantar la tubería y cambiar el material filtrante, o bien, construir otro campo de oxidación.

b).- Pozos de absorción: Son recomendables para substituir o auxiliar al campo de oxidación, cuando el terreno es escaso o poco permeable, además de que son más económicos.

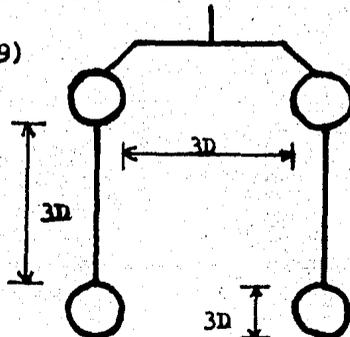
Antes de llegar al pozo de absorción, el efluente proveniente del tanque séptico, deberá de haber pasado por un medio filtrante como por ejemplo filtros subterráneos, zanjas filtrantes o cámaras de oxidación.

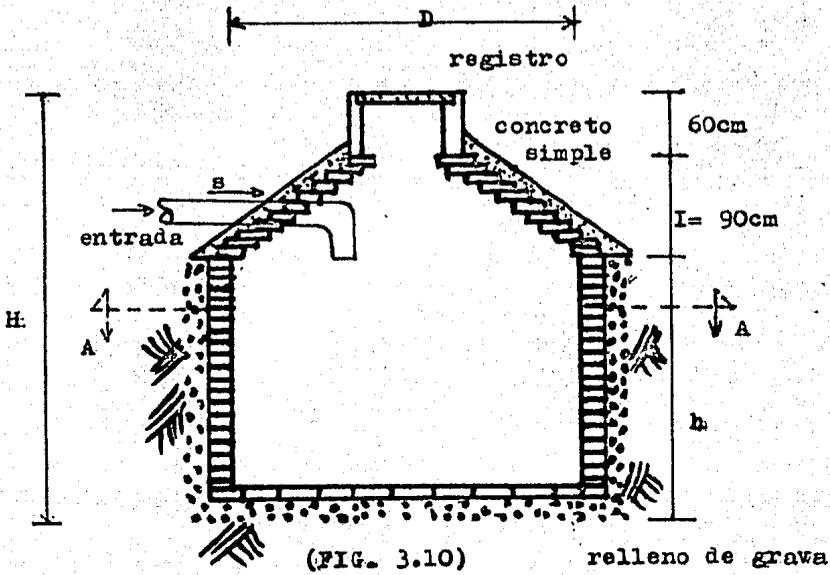
Las dimensiones y número de pozos dependerán de la permeabilidad del terreno y se diseñarán de acuerdo con la experiencia que se tenga en la región en que se construyan.

Los pozos de absorción pueden ser construidos de tabique, celosía o de piedra, dejando una separación entre pieza y pieza (1.5 cm.) para permitir que cumplan con su función, que es permitir que el agua se filtre al terreno.

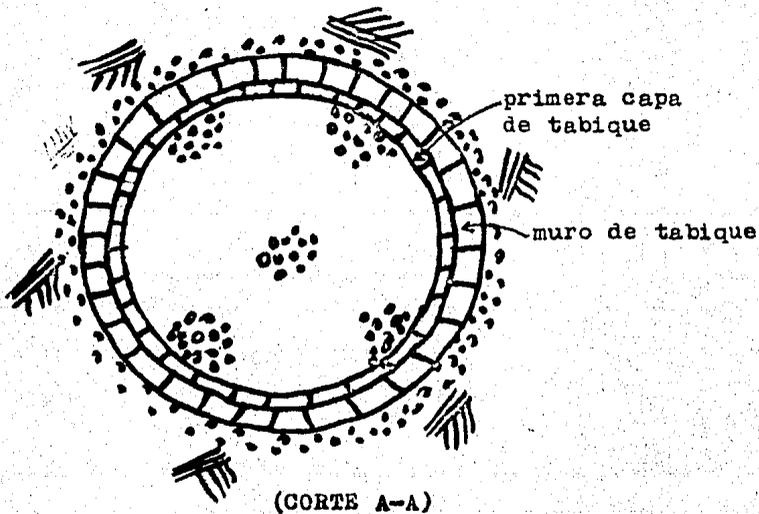
Los pozos de absorción deberán construirse a una distancia mínima de 3 diámetros separados entre sí.

(FIG. 3.9)





(FIG. 3.10)



una forma de diseñar los pozos de absorción es basándose en la capacidad del tanque séptico y en la clase de terreno en cuanto a su poder de absorción. Para ello tenemos la siguiente tabla:

Cap. del tanque séptico (lts.)	Clase de terreno (según su poder de absorción)								
	Rápido			Medio			Lento		
	No. de pozos	Diámetro (m)	Prof. (m)	No. de pozos	Diámetro (m)	Prof. (m)	No. de pozos	Diámetro (m)	Prof. (m)
1500	1	1.80	1.80	2	1.30	1.80	2	2.45	2.15
2250	1	2.45	1.80	2	2.45	1.80	2	3.05	2.45
3000	2	1.80	1.80	2	2.75	2.15	3	3.05	2.45
3750	2	2.15	1.80	2	3.05	2.45	4	2.75	2.45
4500	2	2.45	1.80	3	2.75	2.15	4	3.05	2.45
5250	2	2.75	2.15	3	3.05	2.15	5	3.05	2.45
6000	2	2.75	2.45	4	2.75	2.15	4	3.65	2.45
6750	3	2.45	1.80	4	2.75	2.45	5	3.65	2.45
7500	2	3.05	2.45	4	3.05	2.45	5	3.65	2.45

(TABLA 3.4)

c).- Cama de arena : Este sistema es recomendado para regiones en que el suelo es impermeable. Consiste en dos redes de tuberías una de distribución y otra de recolección, las cuales van colocadas en una caja rellena con material filtrante (arena graduada) para que el agua se filtre y sea recogida por la red de recolección, para posteriormente ser conducida al efluente final.

Las camas de arena pueden construirse de dos maneras: a).- cerradas b).- abiertas .

a).- Cerradas: Las dos redes de tuberías van ocultas.

b).- Abiertas: No es recomendable porque las aguas quedan a la-

vista, por lo que sólo se permiten cuando se construyen lejos de las viviendas . Tienen la ventaja de que únicamente necesitan la mitad de superficie, para su construcción , que las casas cerradas.

A continuación se da una tabla en que se señala el área requerida para cada tipo de sistema, cerrado o abierto, según la capacidad del tanque séptico:

Capacidad del tanque séptico	Cama cerrada (m ²)	cama abierta (m ²)
1500 lts.	80	40
2250 "	125	63
3000 "	180	90
3750 "	225	113
4500 "	270	135
6000 "	360	180
7500 "	450	225

(TABLA 3.5)

A continuación haremos un ejemplo en el que diseñaremos todas y cada una de las partes de que consta un sistema con fosa séptica; resolveremos, además, el mismo ejemplo para los diferentes sistemas de infiltración que se pueden emplear.

(Ejemplo) Diseñar un sistema con fosa séptica, para el tratamiento de las aguas residuales de una población rural que consta de 80 personas. Considerar una aportación de 150 l/p/día.

Solución.-

1) TRAMPA DE GRASAS .- Debe tener una capacidad para almacenar el gasto máximo horario (Q_{mh}), que debe ser mayor de 120 litros:

$$a).- Q_{mh} = \frac{(150)(80)}{24} 1.45 = 725 \text{ lts} \approx 0.75 \text{ m}^3$$

que es mayor que 120 litros.

b).- Capacidad = Volumen = ($A \times h$), se recomienda que su largo sea mayor o igual a dos veces su ancho, entonces:

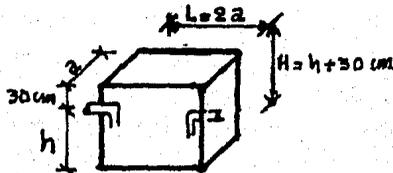
$$\text{Volumen} = (L \times B) (h) = (2a^2) (h) = 2a^2 h$$

si $h = 0.90$ m, entonces,

$$V = (2a^2)(0.90)$$

$$\frac{0.75}{0.90} = 2a^2$$

$$a^2 = \frac{0.83}{2}$$



entonces,

$a \approx 0.65$ m ; $L = 1.30$ m ; $h = 0.90$ m ; $H = (0.90 + 0.30)$ m = 1.20 (para las natas y espacio libre a la tapa).

2).- TANQUE SEPTICO

- a).- Capacidad = (aportación)(No. de personas)
 Capacidad = (150 lts/persona/día)(80 personas)
 Capacidad = 12000 lts/día

b) dimensiones.- Para el diseño del tanque séptico simplemente recurrimos a la tabla No. 3.2, y obtenemos:

$$L = 4.35 \text{ m}$$

$$B = 1.90 \text{ m}$$

$$h_1 = 1.45 \text{ m}$$

$$h_2 = 1.50 \text{ m}$$

$$h_3 = 0.70 \text{ m}$$

$$H = 2.05 \text{ m}$$

$$E = 0.30 \text{ m (si es de piedra)}$$

$$E = 0.28 \text{ m (si es de tabique)}$$

3) CAJA DE DISTRIBUCIÓN.- La caja de distribución dependerá del sistema de infiltración que se adopte, y éste a su vez del poder de absorción del terreno (determinado por una prueba de absorción ya descrita en el Capítulo I).

a) cálculo del sistema de infiltración.- Consideremos que el terreno posee un poder de absorción rápido (OAJ minutos), por lo tanto en la tabla No. 1.2 se puede observar que son recomendables los pozos de absorción y el campo de oxidación.

Calculemos primero para los pozos de absorción: Viendo la tabla 3.4 nos damos cuenta que se requiere dos pozos de 2.75m de diámetro por 2.55 m de profundidad para un volumen de 6000 litros; luego, para 12000 litros, se requerirán 4 de las mismas dimensiones.

Ahora calculemos el volumen de excavación que se tendrá que realizar:

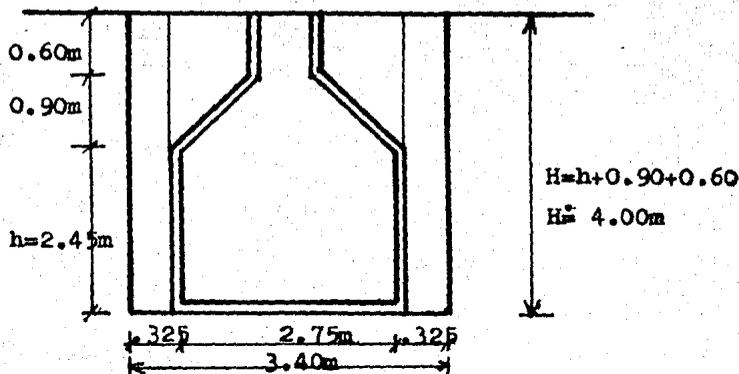
$$A = \pi r^2$$

$$A = (3.1416)(1.70)^2 = 9.0797 \text{ m}^2 \approx 9.08 \text{ m}^2$$

$$V = AH$$

$$V = (9.08)(3.95)(4) = 143.464 \text{ m}^3$$

$$V \approx 143.5 \text{ m}^3$$



Ahora veamos el mismo problema para un campo de oxidación :

Longitud de zanja necesaria = $L = \frac{\text{Aportación diaria}}{\text{Caudal admisible}}$

Caudal admisible

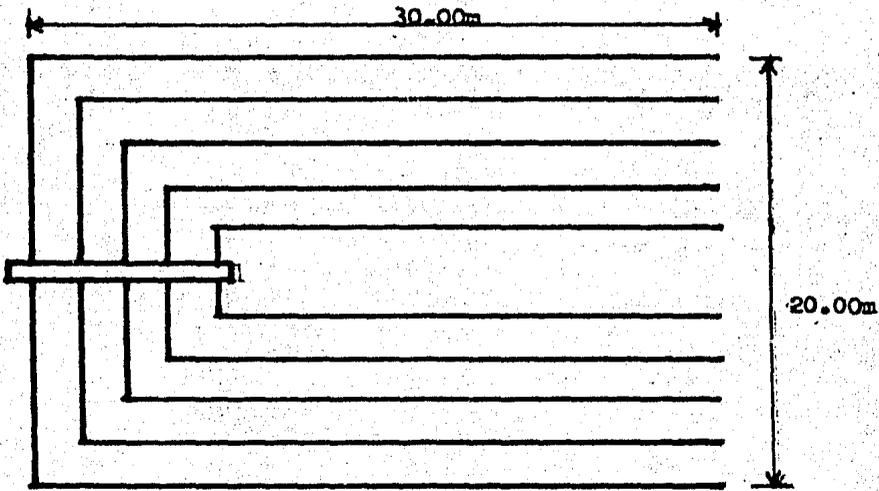
El caudal admisible se obtiene de la tabla 3.3 y es igual a 40 lts/m, entonces: $L = \frac{12,000 \text{ litros}}{40 \text{ lt/m}} = 300 \text{ m}$

40 lt/m

Como la longitud máxima que puede tener cada línea de tubo es de 30 m , entonces para los 300 m debemos tener N. número de líneas, hagamos lo siguiente:

$$N = \text{Número de líneas} = \frac{300}{30} = 10 \text{ líneas}$$

Se colocarán 10 líneas separadas 2 m una de otra (por Reglamento).

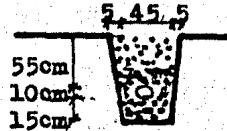


El área requerida = 0.76 m^2

$V = 0.76 \times 30 = 22.8 \text{ m}^3$

Como son 10 líneas:

Excavación = $22.8 \times 10 = 228 \text{ m}^3$

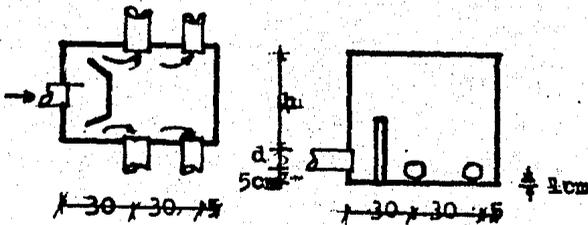


El área que se requerirá para el campo de oxidación será:

$A = 30 \times 20 = 600$ metros cuadrados

b). Ahora, ya calculado el sistema de infiltración, diseñemos la caja de distribución .

La caja de distribución la diseñaremos para el sistema de infiltración mediante pozos de absorción, por lo tanto se propone lo siguiente:



acotación: cm

La profundidad h dependerá de la pendiente de las tuberías, de acuerdo a la topografía del terreno, a la salida del tanque séptico

111.2.2 LAGUNA DE ESTABILIZACION

Es otro de los sistemas de disposición de aguas residuales, usado principalmente en zonas rurales, aunque también puede implantarse en las afueras de las zonas urbanas .

La implantación de una laguna de estabilización debe reunir las siguientes condiciones, para que funcione adecuadamente y resulte económica .

- a).- Debe contarse con un clima adecuado (20°c aproximadamente)
- b).- Se requiere una cierta superficie de terreno para su construcción .
- c).- Se requiere mano de obra barata

En México es posible la implantación de lagunas de estabilización, porque se cuenta con lugares que cumplen con las condiciones anteriores y además se tiene el antecedente de que en Estados Unidos se han construido con éxito, y como a menor latitud mejores resultados (porque la iluminación es fundamental y es mayor a menor latitud), es de esperarse que en México funcionen mejor, por tener menor latitud .

Estas lagunas se recomiendan especialmente para poblaciones pequeñas, con precarios recursos económicos y dificultades para el vertido de sus aguas negras, ya sea por la distancia al lugar de desfogue o por la existencia de corrientes cercanas, en caso de que las haya, que están vedadas para arrojar desechos en ellas .

Una desventaja de este sistema es la proliferación de mosquitos, pero favoreciendo la procreación de peces que devoren huevecillos de mosquitos, se puede evitar dicha proliferación. -

No deben usarse desinfectantes porque pueden afectar a las bacterias, útiles para el proceso que se lleva a cabo en la laguna.

Existen algunas desventajas en la construcción de las lagunas de estabilización, como son :

- a).- Malos olores
- b).- Sólidos flotantes
- c).- Mal aspecto
- d).- Se requiere gran extensión de terreno

Estas desventajas pueden corregirse por medio de una ubicación apropiada, una planeación adecuada y carga y mantenimiento apropiados.

e).- Son adecuadas para desechos domésticos, no así, en forma general, para desechos industriales .

Estas lagunas pueden emplearse como tratamiento completo de aguas servidas, como tratamiento secundario, o bien, como depuración provisional mientras se construye una planta de tratamiento.

La neutralización de las aguas negras se debe primordialmente a la acción de bacterias y algas, unas digiriendo y oxidando las aguas negras y otras produciendo oxígeno para la acción de las bacterias aeróbicas, que estabilizan el amoníaco producido por la acción anaeróbica .

Las algas requieren, para su adecuado desarrollo y multiplicación, la presencia de elementos químicos llamados biogénicos, como el carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, magnesio, sodio, calcio, hierro, etc.

Sabemos que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), es la

cantidad necesaria de oxígeno para la acción de las bacterias aeróbicas. En los primeros días la DBO es máxima, pero va disminuyendo gradualmente en una forma constante. La satisfacción de la DBO dependerá del grado de concentración de las aguas negras y de la temperatura principalmente; la temperatura de las zonas tropicales es favorable al proceso, y hacen que las algas produzcan más rápidamente el oxígeno requerido.

Los factores que pueden alterar el buen funcionamiento de la laguna son :

- a).- Naturaleza física, química y biológica del agua
- b).- Vientos, que influyen en los procesos de aereación y homogenización de los líquidos de la laguna
- c).- Precipitaciones pluviales
- d).- Calidad del terreno; por las infiltraciones que pueda haber
- e).- Evaporación

Las lagunas de oxidación son receptáculos de poca profundidad en donde descarga el sistema de recolección de las aguas negras. Ya en la laguna el agua sufre un proceso de oxidación similar al que se lleva a cabo en lagos y arroyos, con la ventaja de que con las lagunas de oxidación se reduce la contaminación de las corrientes de aguas naturales, ya que las aguas deben permanecer en ellas el tiempo necesario hasta que se satisfaga la demanda bioquímica de oxígeno de un 70 a un 90%, posteriormente se descargará en las corrientes locales.

Como es lógico, el efluente proveniente de la laguna no es potable, por lo que sus usos se restringen al riego de vegetales cuyos productos no están en contacto directo con el agua ni sean

de consumo humano crudos.

DISEÑO DE LAGUNAS .-

Se deben planear y construir, de modo tal, que no cause problemas y que su costo y mantenimiento sean mínimos .

Primero se determinará la naturaleza del agua, y posteriormente se determinará su volumen; para esto último se consideran los siguientes factores:

a).- Pérdidas en los sistemas de conducción y almacenamiento (infiltración y evaporación)

b).- La dotación o suministro de agua; que, como sabemos, varía para cada caso, de acuerdo al clima y otros factores . La infiltración depende de las condiciones en que se encuentre el sistema de conducción y del tipo que sea .

La evaporación varía de acuerdo a las condiciones climatológicas del sitio en que se ubique la laguna y del área que ocupe. La velocidad de evaporación es difícil que se pueda predecir con exactitud para un período corto, debido a que ésta dependerá de la temperatura, humedad y velocidad de los vientos .

El volumen de evaporación en galones (E) para cualquier período dado(día, semana, mes) se puede determinar por medio de la siguiente expresión :

$$E = (2700)(A_s) (E+)$$

donde,

E+ = Evaporación estimada en pulgadas para el período en cuestión

A_s = Area de la laguna, en acres.

c).- Filtración .- Se deben estudiar las pérdidas por filtración en el terreno, ya que pueden hacer bajar el nivel del agua de la

laguna.

La ubicación del sitio en que se localiza la laguna debe -
rá cumplir con algunas condiciones , a saber :

- a).- Las cotas del terreno donde se ubicará deben ser menores -
que las del sistema de recolección, con el fin de evitar el bom-
beo.
- b).- La distancia mínima de las zonas habitacionales debe ser -
mayor de 400 metros .
- c).- La dirección de los vientos dominantes debe ser perpendicu-
lar a la línea de corriente, ya que si es paralela provocaría o-
leajes que retardarían el flujo normal.
- d).- Deben evitarse los obstáculos que entorpezcan el movimien-
to del aire, ya que esto podría evitar el oleaje y retardar el -
proceso de aereación y por lo tanto la oxidación .

El mantenimiento y operación de las lagunas de estabiliza-
ción es fácil y económico, sin necesidad de emplear técnicos -
especializados ; se enfoca principalmente a los terraplenes, con
control de la vegetación dentro de la laguna, y lo que implica el -
control de los mosquitos. Así como los caminos de acceso jardí-
nes, arboledas y en general se debe cuidar el aspecto de la la-
guna, incluidos los malos olores.

Enseguida haremos un ejemplo del diseño de una laguna de estabilización para una comunidad rural .

Ejemplo) Calcular, para una población de 3000 habitantes, - con una dotación de 30 galones /habitante/ día, los siguientes parámetros :

- a).- Concentración de las aguas negras , en términos de la de - demanda bioquímica de oxígeno (DBO) .
- b).- Encontrar la DBO máxima de la laguna para condiciones aeró - bicas.
- c).- Tiempo de retención, en días, del agua almacenada .
- d).- Capacidad de la laguna
- e).- Superficie requerida para almacenar dicha agua .

Solución .-

a) La concentración se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{DBO (en mg./ lt) } = \frac{\text{DBO / persona/ día, en libras por } 10^5}{\text{Corriente, en galones / persona/ día}}$$

La DBO /persona /día debe considerarse dentro del intervalo de 0.12 a 0.20 . Tomaremos el valor de 0.12 :

$$\text{DBO de aguas negras} = \frac{0.12 \times 10^5}{30}$$

$$\text{DBO de aguas negras} = 4\text{mg./ lt}$$

b) La DBO máxima la determinaremos mediante una relación - empírica :

$$P_{\text{máx.}} = \frac{750}{0.6d + 8} \quad \delta \quad \frac{600}{0.6d + 8}$$

donde,

$P_{\text{máx.}}$ = Máxima DBO de la laguna en mg/lt

\bar{d} = Profundidad de la laguna, en pies.

Por ejemplo: Para una profundidad de 3.5 pies (1.066 m) tenemos:

$$P_{\text{máx.}} = \frac{750}{(0.6)(3.5)+8} = 74.25 \text{ mg/lt}$$

o bien,

$$P_{\text{máx.}} = \frac{600}{(0.6)(3.5)+8} = 59.406 \text{ mg/lt}$$

que como se vé es un coeficiente de mayor seguridad.

c) El tiempo de retención lo calcularemos mediante la siguiente relación:

$$R = \frac{1}{K} \left(\frac{P_0}{P_{\text{máx.}}} - 1 \right) \text{ día}$$

en que,

R = Período de retención en días

P_0 = Concentración conocida del influente (dato del inciso "a")

K = Velocidad constante

Si usáramos una velocidad medida de 0.20, tendremos entonces

que:

$$R = \frac{1}{0.20} \left(\frac{400}{74.25} - 1 \right) = 21.93 \text{ días} \approx 22 \text{ días}$$

d) Volumen de la laguna.

Vol. de la laguna = (Período de retención)(Vol. diario)

Vol. diario = (3000 hab.)(30 galones/habit./día)

Vol. diario = 90000 galones/día

entonces,

Capacidad de la laguna = (22 días)(90,000 galones/día)

Capacidad de la laguna = 1,980,000 galones

o bien,

Capacidad de la laguna = 7,495 m³

e) Superficie requerida:

Area = $\frac{\text{Volumen}}{\text{Profundidad}}$

Profundidad

Suponiendo los lados verticales, tendremos:

Area = $\frac{264,666.6 \text{ pies}^3}{3.5 \text{ pies}}$

3.5 pies

Area = 75,619.028 pies² = 7,025.0077 m²

III.2.3) TANQUE IMHOFF

El tanque Imhoff es un sistema para tratamiento de aguas residuales más costoso y de funcionamiento más complicado que los anteriormente señalados; aunque tiene la ventaja de que su efectividad es muy elevada.

Está formado de las siguientes partes:

I) Cámara de sedimentación.- Es la parte del tanque a la cual llegan directamente las aguas residuales para su tratamiento.

Las grasas, natas y sólidos flotantes deberán eliminarse diariamente de la cámara de sedimentación, llevándose a un sitio donde puedan cubrirse con tierra. Las paredes interiores deberán rasparse cuando menos dos veces por semana. La ranura del fondo deberá estar siempre libre de obstrucciones, por lo que se limpiará también dos veces por semana con una cadena con mango que se arrastra a lo largo de la ranura, dándole un movimiento de su-
be y baja. Todas las operaciones de limpieza deberán realizarse con el mayor cuidado, a fin de evitar en lo posible el movimiento de las aguas.

2) Cámara de digestión.- Es el compartimiento en el que se lleva a cabo el proceso de descomposición ó proceso séptico. Esta cámara se diseña para contener y digerir los lodos, por lo que es muy importante vigilar el nivel de éstos, que cuando más lleguen hasta 50cm debajo de la ranura de la cámara de sedimentación éste nivel se controla por medio de una sonda haciéndola descender, por el área de ventilación, hasta que se aprecie que se asienta sobre la capa de los lodos; este sondeo deberá efectuarse cada 15 días o de acuerdo a la velocidad de acumulación de los lodos.

3) Cámara de espumas.- Se localiza en la zona de ventilación y es el compartimiento en el cual se acumulan las natas y espumas. Dichas natas deberán extraerse e incinerarse, previo secado, o bien, enterrarse. La experiencia indicará con qué frecuencia deberá de hacerse ésta operación y debe ser por lo menos cada mes.

Si observamos una excesiva formación de espumas, es probable que ésto se deba a una digestión ácida de los lodos (un pH menor de 7); en este caso se recomienda agregar una suspensión de cal hidratada a razón de 5Kg por cada 1000 habitantes; esta suspensión o lechada, deberá mezclarse suavemente con las natas y espumas flotantes; el tratamiento deberá repetirse periódicamente hasta que el Ph de los lodos sea superior a 7.

4) Respiradero o ventilación.- Es la parte del tanque por donde se efectúa el proceso de evacuación de los gases, resultantes de los procesos que se efectúan dentro de él.

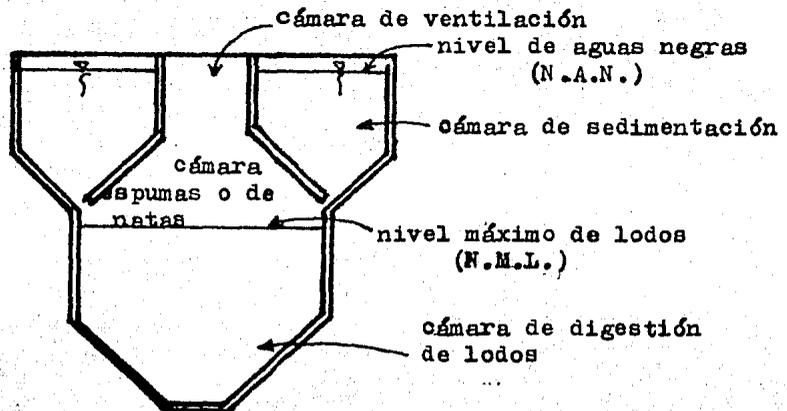
Es recomendable que el sentido del flujo, del agua en el tanque, se cambia cada mes.

Los lodos ya digeridos se extraen de la cámara de digestión por medio de un equipo de bombeo, que deberá instalarse inmediatamente al tanque siguiendo las instrucciones del fabricante, y conducirse al lugar de secado mediante tuberías. Los lodos bien digeridos son de color negro^z y de un olor parecido al del alquitrán y se deshidrata rápidamente. La extracción debe hacerse lentamente con el fin de evitar que se forme un cono de succión en el fondo y evitar apilamientos en el lugar de secado; la extracción de los lodos se suspenderá cuando se note un cambio de color en los mismos, de negro a gris pardo.

Deberá extraerse, aproximadamente, la mitad de los lodos cada 15 días o antes si hay acumulación excesiva. Al terminar la extracción, por algún registro especialmente colocado en la línea de succión, debe lavarse ésta última con agua aplicada con manguera, con el fin de evitar que los lodos retenidos se endurezcan y obturen las tuberías.

Para un tanque Imhoff nuevo o recién lavado deberán seguirse las siguientes dos recomendaciones:

- a) Llenar con agua limpia el tanque
- b) Colocar una cantidad moderada de lodo bien madurado de otro tanque Imhoff; si no se dispone de éste se colocará suficientemente estiércol fermentado.



(FIG. 3.11)

Ejemplo) Diseñar un tanque Imhoff para tratamiento de aguas negras, provenientes de una población, si se cuenta con los siguientes datos:

Población futura = 3000 habitantes

Aportación = 30 galones / hab. / día = 113.55 lts./ hab. / día.

Solución .-

1) Cálculo del gasto medio y máximo:

$$a) \text{ Gasto medio } (Q_m) = \frac{\text{Población}(\text{Aportación})}{86400} \text{ lts. seg.}$$

$$Q_m = \frac{3 \times 113.55}{86400} \doteq 3.95 \text{ lts./ seg.}$$

$$b) \text{ Gasto máximo } (Q_{m\acute{a}x}) = (Q_m) (M) ; M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

en donde ,

$Q_{m\acute{a}x.}$ = gasto máximo

Q_m = gasto medio

M = coeficiente de Harmon

P = población (en miles de habitantes)

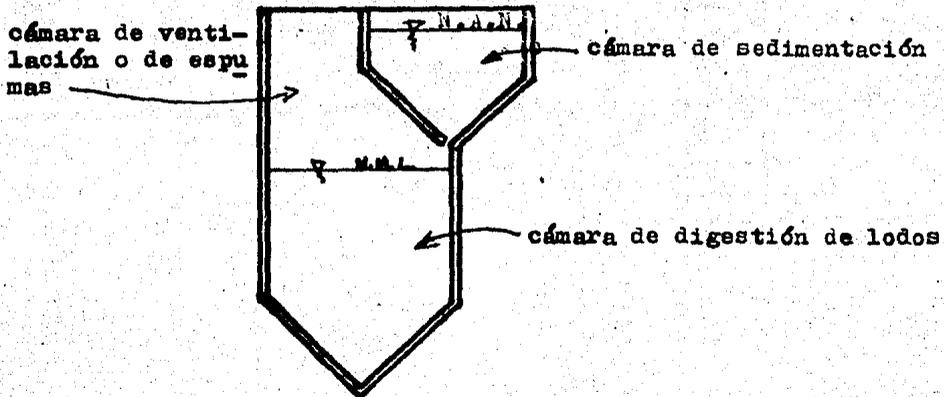
entonces,

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{3}} = 1 + 2.4424 \doteq 3.45$$

$$Q_{m\acute{a}x.} = 3.95 \times 3.45 = 13.627 \text{ lts./ seg.}$$

$$Q_{m\acute{a}x} \doteq 13.63 \text{ lts./ seg.}$$

Será de escurrimiento longitudinal y proponemos la siguiente forma :



2) Diseño de la cámara de sedimentación .- Se usará los siguientes parámetros de cálculo recomendados:

Tiempo de retención = 2 horas (para Q_m)

Carga superficial = $0.014 \text{ m}^3 / \text{min.} / \text{m}^2$

Velocidad horizontal = $0.30 \text{ m} / \text{min.}$

2.1) Área superficial de la cámara de sedimentación :

$$A_s = \frac{Q_m}{\text{carga superficial}}$$

$$Q_m = 3.95 \text{ lts/ seg} = \frac{3.95 \times 60 \text{ m}^3}{1000 \text{ min.}} = 0.237 \text{ m}^3 / \text{min}$$

entonces ,

$$A_s = \frac{0.237}{0.014} = 16.928 \text{ m}^2$$

$$A_s \approx 17 \text{ m}^2$$

2.2) Longitud y ancho de la cámara de sedimentación .- Podemos emplear dos procedimientos: Ya sea fijar el ancho y determinar el largo, o bien, fijar la longitud y determinar su ancho. Fijemos el largo = a 8 metros.

$$\text{Como } A = L \times B$$

en donde,

A = Area superficial de la cámara de sedimentación

B = Ancho de la cámara de sedimentación

L = Longitud de la cámara de sedimentación

entonces ,

$$B = \frac{A}{L} = \frac{17 \text{ m}^2}{8 \text{ m}} = 2.125 \text{ m} \approx 2.50$$

luego entonces, $A = 8 \times 2.50 = 20 \text{ m}^2$

Con este dato calculamos la carga superficial (cs) definitiva :

$$cs = \frac{Q_m}{A^S} = \frac{0.237 \text{ m}^3 / \text{min.}}{20 \text{ m}^2}$$

$cs = 0.01185 \text{ m}^3 / \text{min.} / \text{m}^2$, que es menor que 0.014, lo cual nos resulta satisfactorio.

2.3) Cálculo de la velocidad del agua dentro de la cámara :

$$V = \frac{\text{longitud}}{\text{tiempo de ret.}} = \frac{800 \text{ m}}{2 \times 70 \text{ min}} = 0.0666 \text{ m} / \text{min.}$$

Como $V = 0.0666 \text{ m} / \text{min}$ es menor que $0.30 \text{ m} / \text{min}$, está dentro de lo recomendado.

2.4) Cálculo del volumen de la cámara de sedimentación y su sección transversal:

$$\text{Vol.} = (Q_m) (T_{\text{ret.}}) = (3.95) (3600 \times 2) = 28440 \text{ lts.}$$

$$\text{Vol.} = 28.440 \text{ m}^3 \doteq 28.5 \text{ m}^3$$

$$A_T = \frac{\text{Vol.}}{\text{long.}} = \frac{28.5 \text{ m}^3}{8.00 \text{ m}}$$

$$A_T = 3.5625 \text{ m}^2 \doteq 3.60 \text{ m}^2$$

Como el área transversal se compone, en nuestro caso, de dos secciones una rectangular y otra triangular, calcularemos cada una de éstas:

$$\frac{l}{H} = \frac{l}{1.25}, \text{ entonces, } H_2 = 1.25 \text{ m}$$

$$A_2 = 2.50 \times 1.25 = 1.5625 \text{ m}^2$$

$$A_2 \doteq 1.60 \text{ m}^2$$

entonces,

$$A_1 = A_T - A_2 = 3.60 - 1.60 = 2.00 \text{ m}^2$$

como $2.00 \text{ m} = 2.50 \times H_1$, entonces

$$H_1 = \frac{2.00}{2.50} = 0.80 \text{ m.}$$

$$H_T = 1.25 + 0.80 = 2.05 \text{ m}$$

$$H_T \doteq 2.25 \text{ m}$$

Ahora revisemos el tiempo de retención para cuando se presente $Q_{\text{máx.}}$ de aguas negras.

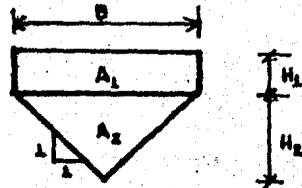
$$Q_{\text{máx.}} = 13.63 \text{ lts. / seg.} = 0.8176 \text{ m}^3 / \text{min}$$

$$\text{Vol.} = Q T_r$$

$$\text{donde, } T_r = \frac{\text{Vol.}}{Q} = \frac{28.5}{0.8176} = 34.85 \text{ min}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{long.}}{T_r}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{800}{34.85} = 0.229 \text{ m /min, que es menor que } 0.30 \text{ m/min}$$



Se tendrá por lo tanto una velocidad inferior a la máxima - recomendable, cuando se presente el gasto máximo

3) CALCULO DE LA CAMARA DE DIGESTION .- Esta cámara deberá ser capaz de almacenar los lodos , un cierto número de días, en función de la temperatura del medio ambiente . La temperatura medio ambiente será el promedio de varios años de observación de la temperatura media, del mes más frío.

Supongamos una temperatura media de 22°C y el tiempo, recomendable, de retención de los lodos será de 40 días ; consideraremos además un volumen de 0.030 m^3 de lodo por habitante.

$$\text{Vol. de lodos} = 3 \times 0.030 = 90 \text{ m}^3$$

Long. útil del tanque = $8.00 - 2 \times 0.20 = 7.60 \text{ m}$, considerando dos mamparas de 0.20 metros de espesor.

3.1) Area de la sección requerida :

$$A = \frac{\text{Vol. de lodos}}{\text{long. útil del tanque}} = \frac{90 \text{ m}^3}{7.60 \text{ m}} = 11.842 \text{ m}^2$$

El área se dá de acuerdo al esquema siguiente:

$$\frac{H_2}{1} = \frac{1.50}{2}$$

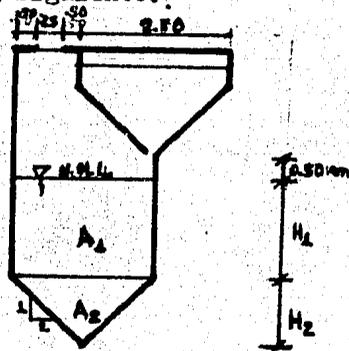
$$H_2 = \frac{1.50}{2} = 0.75 \text{ metros}$$

$$A_2 = \frac{3 \times 0.75}{2} = 1.125 \text{ m}^2$$

$$A_1 = A - A_2 = 11.842 - 1.125$$

$$A_1 = 10.717 \text{ m}^2$$

$$A_1 = 3.00 \times H_1$$



$$H_1 = \frac{10.717}{3.00} = 3.573 \text{ m}$$

$$H_T = 0.50 + 3.573 + 0.75$$

$$H_T = 4.823 \approx 4.85 \text{ m}$$

3.2) Area de ventilación (A_v)

$$A_v = 0.75 \times 8.00 = 6.00 \text{ m}^2$$

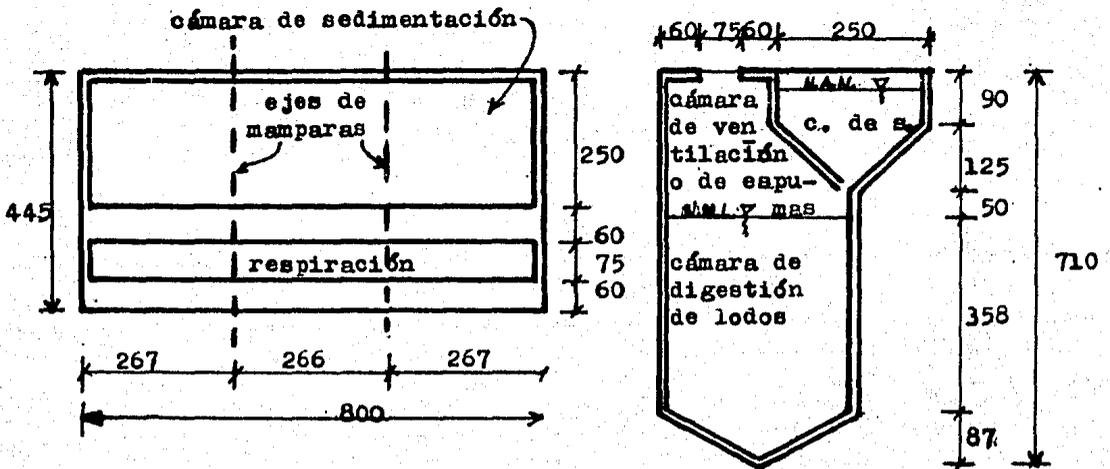
que representa :

$$\frac{6.00 \times 100}{3.00 \times 7.60} = 26.31 \% \text{ del área total expuesta al aire y que}$$

$$3.00 \times 7.60$$

está dentro de los límites recomendables, que es de 20 a 30 % .

Las medidas del tanque serán, entonces:



acotación: cm

CAPITULO
IV
APROVECHAMIENTO DE LAS
AGUAS TRATADAS

CAPITULO IV

APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS TRATADAS

En este capítulo estudiaremos algunas de las más importantes formas de aprovechamiento de las aguas provenientes de los diferentes sistemas de tratamiento (primario), vistos en el capítulo III de este trabajo .

Haremos una clasificación de usos, del agua negra tratada, de acuerdo a la disposición final que se le dé.

- 1).- Disposición subsuperficial o subterránea
- 2).- Disposición superficial
- 3).- Reuso municipal

4.1) Disposición subsuperficial o subterránea

Esta forma de evacuación o uso del agua, se aplica para pequeños volúmenes . Sin embargo, la evacuación subterránea por medio de pozos de drenaje , constituirá una amenaza para la calidad del agua, sino se hacen los estudios necesarios para su implantación ; pero se ha usado con éxito, el líquido resultante de instalaciones de tratamiento de aguas negras, para compensar el abatimiento de los niveles de las aguas subterráneas, sin efectos nocivos para la salud pública .

La evacuación subsuperficial se lleva a cabo por medio de tuberías perforadas, y que permiten que el agua se infiltre al terreno.

4.2) Disposición superficial

En las zonas en que la escasez del agua para riego es con-

siderable, pero se puede disponer de una buena cantidad de agua residual previamente tratada (tratamiento primario), la conveniencia de irrigar con estas aguas es evidente; además su contenido de materia orgánica e inorgánica, facilita el crecimiento de los cultivos .

4.2.1 Irrigación .- Indudablemente que el uso para irrigación, con aguas negras tratadas, es incuestionablemente importante y por lo mismo se deben llevar a cabo estudios, para su mejor aprovechamiento sin deterioro de la salud pública, porque como es de suponerse no todos los vegetales son aptos para regarse con estas aguas .

La irrigación es el vertido del agua sobre el terreno, proporcionándole humedad y haciéndolo apto para el cultivo. No es conveniente la producción de alimentos de consumo humano con estas aguas, ya que existirá siempre la posibilidad de contaminación de éstos por organismos patógenos, existentes en las aguas residuales .

La irrigación superficial cumple dos objetivos:

- a).- Disposición de las aguas residuales
- b).- Servir como abono para determinada clase de cultivos

La acción purificadora que ejerce el suelo sobre las aguas residuales vertidas en él, se debe a la concurrencia de fenómenos físicos, químicos y biológicos. Estos son, en cierta forma, similares a los que se realizan en los procesos de dilución, aunque de acción más restringida .

Procesos físicos .- Los procesos físicos de purificación de

penden, en gran parte, de la naturaleza del suelo. Dos de ellos son particularmente importantes : La filtración y la aereación.

La filtración es el paso de las aguas negras através del terreno. La capacidad de filtración de éste dependerá del tipo de textura que posea.

El proceso de aereación es similar al que se lleva a cabo en la dilución . En la superficie, el oxígeno es absorbido de la atmósfera y en el interior, del aire contenido en los espacios intergranulares del suelo. Las aguas servidas deben aplicarse en forma intermitente para permitir su reoxigenación . Se entiende que son los estratos cercanos a la superficie los que con mayor facilidad y rapidez se reoxigenan, dando lugar a una mayor actividad bacteriana .

Procesos químicos.-De los procesos químicos el de oxidación es el más importante . La descomposición aerobia transforma la materia orgánica a un grado tal, que los productos finales no sólo son inofensivos, sino que sirven como fertilizantes.

Procesos biológicos.- Las bacterias abundan en la mayoría de los suelos, siendo ellas las encargadas de la transformación de la materia orgánica . Al penetrar las aguas negras al suelo, acarrean una cierta cantidad de aire atmosférico, entrando en actividad los grupos de bacterias contenidas en el interior del terreno, especialmente cerca de la superficie, oxidando dicha materia orgánica. Existen también otros pequeños organismos que desarrollan procesos de transformación, aunque en menor escala.

La irrigación presenta como inconveniente el posible acumalamiento, de las aguas negras, en forma de charcos y esto produ

ce malos olores fomentando el desarrollo de gran cantidad de mosca, o bien, si se trata de terrenos arcillosos, estos se agrietan en tiempo de calor y estas grietas pueden permitir el paso de las aguas residuales, pudiendo ocasionar la contaminación de corrientes subterráneas que posteriormente pueden ser utilizadas para consumo humano, con el consiguiente perjuicio de la salud.

De acuerdo a la forma en que se distribuya o se riegue el agua sobre la superficie del terreno, es como recibe diferentes nombres, así tenemos :

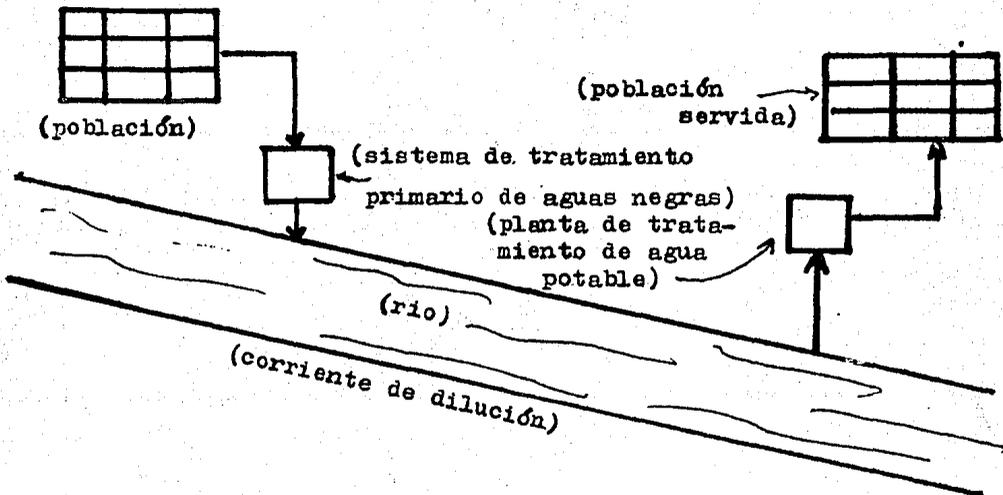
- a) Riego por inundación o a manta.- Distribución de las aguas residuales sobre superficies niveladas y rodeadas de bordos .
- b) Riego superficial.- Se deja salir el agua de una regadera y extenderse sobre el terreno para que se infiltre o escurra hasta otra regadera .
- c) Por surcos.- Este tipo de riego es simplemente el vertido de las aguas sobre la superficie del terreno, ya labrado o surqueado .
- d) Riego por aspersión .- Es la distribución del agua sobre la superficie del terreno, por medio de boquillas, en forma de lluvia .
- e) Riego por filtración.- Es la distribución del agua sobre el terreno de una forma conveniente, y el agua ya filtrada se recolecta por medio de tuberías subterráneas colocadas, previamente, para tal fin .

La cantidad de agua (residual) aplicada por unidad de superficie, dependerá de las características propias del terreno y del tipo de cultivo de que se trate .

4.3) Rauso municipal

Al hacerse insuficiente el agua potable en sus fuentes de abastecimiento natural, empezó el problema de la escasez de este líquido, pero al mismo tiempo se plantearon alternativas de solución, una de las cuales fue el de utilizar agua no precisamente potable, para satisfacer necesidades que no requerían el cumplimiento estricto de las normas de calidad (para el agua potable). Estas necesidades, son : Riego de jardines, inyección de lagos artificiales

Otro uso de las aguas negras, resultantes del tratamiento primario, es el empleo como agua potable aunque no inmediatamente, sino que el efluente resultante se someterá a un proceso de dilución y posteriormente al proceso potabilizador, como se muestra en la figura :



4.3.1 Disposición por dilución.- El proceso de dilución - consiste simplemente en la descarga de las aguas negras, previamente tratadas o no, a otra masa mayor de agua superficial como un río, un lago o al mar, con el fin de someterlas a un proceso de purificación más completo, o simplemente con el fin de alejarlas de la zona o región en que fueron producidas. La contaminación o no contaminación del agua receptora dependerá del volumen y cantidad de oxígeno de ésta, en comparación con el volumen y grado de concentración del agua negra vertida.

El oxígeno es un elemento indispensable para el proceso de descomposición o degradación de los sólidos contenidos en las aguas negras por las bacterias y microorganismos, contenidos en ellas. Si existe oxígeno disuelto en las aguas negras, los organismos aeróbicos son los que efectúan la descomposición de los sólidos y si no existe oxígeno disuelto entonces son los organismos anaeróbicos los que la llevan a cabo. Los organismos aeróbicos son los que toman el oxígeno necesario para sus funciones del que se encuentra disuelto en el agua; y los organismos anaeróbicos lo toman del que contiene la materia orgánica.

Por lo anteriormente dicho, podemos decir que el oxígeno es el elemento primordial e indispensable en todo proceso de descomposición por lo que las reacciones resultantes dependerán de la cantidad de oxígeno que contengan las aguas negras. La reaeración es una forma de aumentar la rapidez de descomposición, ya que es como si se le pusiera una inyección de oxígeno.

La autpurificación consiste en la tendencia, del agua negra, a volver a un estado similar al de antes de la contaminación. La autpurificación se lleva a cabo por procesos físicos,

químicos y biológicos, como son : Sedimentación de sólidos suspendidos , clarificación , reaereación y los efectos producidos por la luz del sol .

En los procesos químicos y biológicos el objetivo es transformar los complejos sólidos orgánicos, a sales inorgánicas estables como son los nitratos, fosfatos, sulfatos, etc, para que posteriormente éstas sirvan de alimento a otras formas biológicas como las algas, que durante su proceso de desarrollo y metabolismo producen oxígeno como producto de desechos, disolviéndose en el agua y que se agrega al que se obtiene por la reaereación ; produciéndose así una condición de relativa limpieza y completándose así, el ciclo de la autopurificación ; la cual dependerá de la cantidad de oxígeno, de la temperatura y del tiempo .

En la autopurificación se pueden considerar cuatro zonas, en las cuales se divide la corriente : 1) Zona de degradación, - 2) Zona de descomposición , 3) Zona de recuperación 4) Zona de agua limpia.

1) Zona de degradación .- Es la zona que se localiza inmediatamente abajo del punto del vertido del efluente de aguas residuales, y presenta las siguientes características:

- a) Sólidos flotantes : Fragmentos de basura, astillas, papel y a veces sólidos fecales.
- b) La turbiedad de la corriente aumenta considerablemente
- c) El oxígeno disuelto disminuye, y por consiguiente la fauna acuática
- d) Las bacterias existen, incluyendo las patógenas , en gran cantidad y hay gran actividad biológica

e) Se crean bancos de lodo como consecuencia de la sedimentación aquí influye poderosamente la velocidad de la corriente

f) A medida que transcurre el tiempo se desarrollará crecimiento filamentosos de hongos, adheridos a las rocas y arbustos de la ribera

2) Zona de descomposición .- En esta zona es donde se efectúa la descomposición anaeróbica y por consiguiente, se desarrollan olores ofensivos, el agua se vuelve negruzca, desaparece la mayor parte de la fauna acuática; todo esto dependiendo de la concentración que posea . A medida que progresa la descomposición disminuyen los sólidos putrescibles.

Si la concentración y volumen de las aguas residuales vertidas es pequeño, en comparación con la corriente, entonces no aparece la zona de descomposición sino que directamente la zona de degradación se transforma en zona de recuperación .

3).Zona de recuperación.- Aquí reaparece poco a poco el oxígeno en cantidades cada vez mayores, su apariencia se va haciendo más agradable, los sólidos orgánicos disminuyen al igual que los microorganismos, se extinguen los organismos anaeróbicos y aparecen los aeróbicos, casi desaparecen los malos olores y hay vida acuática nuevamente . Aquí se efectúa la degradación casi completa de los sólidos orgánicos, transformándose en sólidos inorgánicos estables.

4) Zona de agua limpia.- En esta zona el olor, color y apariencia de la corriente es igual a la que tenía antes de la contaminación.

Como aún después de la autopurificación pueden sobrevivir organismos patógenos o virus y también quedan compuestos metálicos -

cos , como el plomo, en caso de que las aguas negras a la hora -
de descargar en la corriente las contenga, ya que éstos no se -
alteran con los procesos bioquímicos efectuados; esta corriente
producto de la autopurificación, no es apta para el consumo hu -
mano y es necesario un tratamiento en una planta potabilizadora.

CAPITULO
V
CONCLUSIONES

CAPITULO V CONCLUSIONES

Como se comprenderá, es de suma importancia el control de los desechos residuales (aguas servidas) de las poblaciones, porque pueden ocasionar enfermedades y como consecuencia lógica el atraso en el desarrollo económico de sus habitantes.

La elección de la forma de cómo evacuar estos desechos es muy importante, ya que dependiendo de las condiciones topográficas, climatológicas, geográficas, geológicas, de idiosincrasias, - etc., que tengan en la zona es como podrá darse una solución que resulte económica y funcional.

Una vez elegida la forma de evacuar los desechos, basados en los estudios realizados, deberá tenerse cuidado de vigilar su funcionamiento, ya que para esperar resultados óptimos es necesario que las condiciones de trabajo, supuestas, se cumplan.

Yo pienso que debido a los problemas que ocasionan las aguas servidas debido, más que nada, a la mala o nula importancia que hasta ahora se ha dado a su disposición final, creo que sería más conveniente y ampliamente justificable que se invirtiera más tiempo y dinero en el estudio detallado de programas tendientes a mejorar las condiciones de insalubridad imperantes en el medio rural.

Siempre resultará más económico proyectar y construir obras tendientes a mejorar las condiciones imperantes, que buscar y dar solución a los problemas que estas condiciones de insalubridad provocan.

Se requiere un cambio en los programas de desarrollo del país enfocados, principalmente, a las zonas rurales ya que éstas son particularmente importantes por ser las productoras de alimentos y materias primas para la industria, principalmente. Un mejoramiento en las condiciones de insalubridad de su medio, repercutirá en un mejoramiento de la salud de sus habitantes y como consecuencia directa, en un rendimiento mayor en el desempeño de su trabajo.

Algunas de las condiciones imperantes en las zonas rurales son las siguientes :

- a) 70% de las viviendas no poseen agua potable
- b) 53% de las viviendas constan de un sólo cuarto.
- c) 50% carecen de energía eléctrica
- d) 70% no poseen servicio higiénico
- e) 44% no poseen existencia médica
- f) 460 Cabeceras Municipales sin caminos
- g) Existen 80 mil comunidades con menos de 500 habitantes
- h) 61% del total de los desempleados y subempleados se encuentran en el medio rural.

Ante la evidente complejidad y heterogeneidad regional y social del medio rural mexicano, los ingenieros debemos estar conscientes y preparados para ello y por lo tanto, tener presente que somos partes activas en el mejoramiento campesino.

Nuestra preparación y actitud nos debe permitir el trabajo interdisciplinario, tan importante en la solución de problemas y en forma general, en nuestro desarrollo como profesionistas. Es la acción conjunta de distintas áreas profesionales la que se tiene que combinar para dar una respuesta más o menos válida al —

reto rural. Por lo tanto está vigente hoy en día, la formación y capacitación de gente destinada a enfrentarse a los problemas de tipo rural.

Es desde el área de la planeación en que se debe promover la coordinación y continuidad de las actividades, de tal manera que la organización de la comunidad en torno a algo concreto y constructivo se genere permanentemente.

Además de las consideraciones técnicas deben ser cuidadosos dos aspectos fundamentales, para la realización de las obras proyectadas, y éstos son : a) Utilización de los materiales de la región, b) Dimensión de la obra por realizar, ya que esto permite la participación de las comunidades en la realización de la misma.

Los ingenieros debemos tomar en cuenta para la realización de la obra, el nivel de desarrollo técnico en la región, de tal manera que nuestra acción se incorpore a la comunidad partiendo del nivel de organización local, y del uso de técnicas y herramientas habituales. Si la finalidad que se persigue es el desarrollo rural, todo procedimiento constructivo que se emplee debe llevar consigo la conciencia de que todo estímulo tecnológico debe introducirse y adaptarse, entre los habitantes del campo, de manera progresiva.

La historia nos muestra con claridad, que no será posible impulsar los distintos sectores de la población nacional si no lo hacemos con el medio rural. La modernización del agro a su vez, está condicionada por los cambios que ocurran en los habitantes del medio campesino.

Existe una gran incongruencia en los programas de desarro-

llo nacional ya que por ejemplo, al inicio de la década de los ochentas, el 52% de los pobladores rurales del Estado de México carece del servicio de agua potable, y al mismo tiempo esa misma región aporta $14 \text{ m}^3/\text{seg}$ de agua de los 35 que consume el Valle de México, para su uso industrial y doméstico.

Para resolver los problemas que nos plantea el medio rural es necesaria una sólida capacidad técnica, asociada a la comprensión de las características particulares del medio. Ya no se trata nada más de hacer obras, sino de hacer obras que sirvan y actuar de acuerdo al compromiso que tenemos en la sociedad, y si se requiere un mayor esfuerzo de organización y capacitación campesina, los ingenieros debemos contribuir con nuestros conocimientos al logro de una respuesta satisfactoria.

Debemos de tomar en cuenta, en todo momento y a cualquier nivel, que un tipo de decisión ingenieril repercute de manera positiva o negativa en la comunidad y su desarrollo; la ingeniería es un instrumento o herramienta para la transformación y mejoramiento de la colectividad.

Para poder contribuir a la salud nacional, tenemos que crear la ingeniería que promueva el desarrollo rural.

Si aceptamos que hay relación entre la sociedad y el ingeniero, entre modelo de desarrollo y tipo de tecnología, tenemos que aceptar también que nos encontramos ante una situación que reclama y exige soluciones, la ingeniería debe hacer aportaciones y contribuir positivamente a la solución de tal situación.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS
Harold E. Babbitt y E. Robert Baumann
- 2.- ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO
Steel, Ernest William
- 3.- ESTUDIO Y APLICACION DEL REUSO DE LAS AGUAS NEGRAS
Tesis Profesional
Juan Del Avellano Macedo, 1964
- 4.- FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS.
Tesis Profesional
Arturo Merino Tapia, 1971
- 5.- GUIA GENERAL PARA LA ELABORACION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.
Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas
- 6.- INGENIERIA SANITARIA Y DE AGUAS RESIDUALES
Fair, Gordon Maskew
- 7.- LAGUNAS DE OXIDACION
Tesis Profesional
Marco Antonio Pérez Nieto C., 1959
- 8.- LAGUNAS DE ESTABILIZACION PARA PAISES EN DESARROLLO.
Centro Regional de Ayuda Técnica
- 9.- LA INGENIERIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL MEDIO RURAL.
Revista de la Facultad de Ingeniería , Vol. 2, 1982
Ingeniero Raúl Salinas de Gortari
- 10.- MANUAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS
Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York
- 11.- MANUAL DE SANEAMIENTO, VIVIENDA, AGUA Y DESECHOS.
Dirección de Ingeniería Sanitaria,
Secretaría de Salubridad y Asistencia.
- 12.- TANQUE IMHOFF PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS.
Tesis Profesional
Francisco Flores Peregrino.