



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"

SISTEMA DE TRATAMIENTO APLICADO A LAS
AGUAS RESIDUALES DE LA POBLACION DE
CUAUHTEMOC, COL.

N.C. 7237283-6



TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A

MARIA DEL CARMEN VAZQUEZ CRUZ

~~Maria del Carmen Vazquez Cruz~~
M0028751

SANTA CRUZ ACATLAN, MEXICO

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLÁN
COORDINACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA

CI/035/1985

SRITA. MARIA DEL CARMEN VAZQUEZ CRUZ
Alumna de la carrera de Ingeniería -
Civil.
P r e s e n t e .

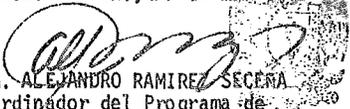
De acuerdo a su solicitud presentada con fecha, 5 de diciembre de 1983, me complace notificarle que esta Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis: "Sistema de Tratamiento Aplicado a las Aguas Residuales de la Población de Cuauhtémoc, Col.", el cual se desarrollará como sigue:

- Introducción.
- I.- Diversos sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- II.- Cálculo del sistema de tratamiento aplicado a las aguas residuales de la población de Cuauhtémoc, Col.
- III.- Estructuras necesarias para el funcionamiento real del sistema aplicado.
- IV.- Presupuesto de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales, con el sistema aplicado.
- Conclusiones.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el señor Ing. Salvador Acevedo Márquez, profesor de esta Escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPañOL"
Acatlán, Edo. de Méx., a 7 de marzo de 1985.


ING. ALEJANDRO RAMIREZ SECENA
Coordinador del Programa de
Ingeniería.
ENEP - ACATLÁN
COORDINACIÓN DEL
PROGRAMA DE INGENIERÍA

ARS/rcm.

SISTEMA DE TRATAMIENTO APLICADO A LAS
AGUAS RESIDUALES DE LA POBLACION DE
C U A U H T E M O C, COL.

CON PROFUNDO AGRADECIMIENTO

A mis padres por haberme dado la existencia, por la educación consejos y enseñanza, lo cual contribuyó sobre manera a la --- realización completa de una preparación profesional con el -- presente trabajo.

Asi mismo mi agradecimiento para mis hermanos y familiares --- que me apoyaron durante tdo el tiempo de estudios y elabora-- ción de este volumen.

Las gracias les doy a todas las personas, compañeros y amista des que con su ayuda y apoyo para conseguir los elementos ne- cesarios se hizo posible la elaboración total de este trabajo.

G R A C I A S

Al Ingeniero Salvador Acevedo Márquez, por haber aceptado ser mi guía, por corregir y confirmar los conocimientos - que son presentados en éste volumen. Por su paciencia , - asesoramiento y confianza en mí.

A todos mis profesores por la enseñanza y conocimientos - que me transmitieron durante el tiempo en que asistí a - - - clases en la escuela de estudios profesionales Acatlán.

A la Escuela Nacional de Estudios Profesionales " ACATLAN" y a la "U.N.A.M.", por haberme dado la oportunidad de prepararme para ser útil a la sociedad y así mismo pueda --- transmitir los conocimientos obtenidos, a las personas que los requieran.

D E D I C A T O R I A

Dedico todo el esfuerzo realizado para la elaboracion de mis estudios y del presente trabajo a mis hijos:

Wendy Paola

Edgar Izanamy y

Farid Daykoku.

Le doy gracias a Dios por haber puesto en mi camino a las personas que con su apoyo y aliento me ayudaron. Asi mismo le ruego, porque mis hijos tengan la oportunidad de prepararse para ser útiles a la sociedad.

I N D I C E

INTRODUCCION

CAPITULO No. I

DIVERSOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- CONDICIONES Y FACTORES A CONSIDERAR EN LA SELECCION DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO.
- DESCRIPCION GENERAL DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO

CAPITULO No II

CALCULO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO APLICADO A LAS AGUAS RESIDUALES DE LA POBLACION DE CUAUHEMOC, CCL.

- DATOS Y CALCULO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO
- REVISION DEL CALCULO ELABORADO.

CAPITULO No III

ESTRUCTURAS NECESARIAS PARA EL FUNCIONAMIENTO REAL DEL SISTEMA APLICADO.

- ESTRUCTURAS PROPIAS DEL TRATAMIENTO (CONJUNTO FUNCIONAL DEL SISTEMA NATURAL DE ESTABILIZACION)
- ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS (CAJA DE SALIDA O DE CAMBIO DE NIVEL Y CAJA DE ENTRADA).

CAPITULO No. IV

PRESUPUESTOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS CON EL SISTEMA APLICADO.

- CANTIDADES DE OBRA E IMPORTE DE LAS ESTRUCTURAS AUXILIARES
- SECCIONES DE BORDO Y PERFILES DE LAS ESTRUCTURAS. DE --- TRATAMIENTO PARA OBTENCION DE CANTIDADES DE OBRA.
- IMPORTE TOTAL DE OBRA.

CONCLUSIONES.

INTRODUCCION

En el presente trabajo se da un conocimiento general de los distintos -- sistemas de tratamiento a los que pueden ser sometidas las aguas residuales - de cualquier población.

Para ver la situación practicamente, se aplica uno de los sistemas de -- tratamiento a las aguas residuales del poblado de Cuauhtémoc, Col. Como proceso de depuración de dichas aguas, se tomó el sistema de tratamiento a base de Lagunas Naturales de Estabilización en su tipo de FACULTATIVAS.

Una planta de tratamiento de éste tipo por lo general se encuentra cons- tituida por dos tanques de bordos de tierra y tres cajas de cambio de nivel.- El funcionamiento hidráulico de la planta es en serie y por gravedad.

El funcionamiento de cada una de las estructuras de la planta es el si-- guiente:

- La primera estructura es una caja de cambio de nivel con compuertas de - madera creosata, dicha unidad recibe el Influyente que proviene de la red de alcantarillado de la población, mediante el emisor.

- El primer tanque se encuentra después de la caja anterior, la cual transmite el influente al tanque, a fin de que en él se lleve a efecto el proceso- biológico de depuración del agua residual.

- Una segunda caja después del tanque, tiene como función permitir el paso del agua semi tratada al segundo tanque.

- El segundo tanque, es la unidad donde terminará el proceso de depuración del agua residual.

- Por último se encuentra otra caja, la cual permite la salida o descarga- del agua ya tratada y que mediante tubería será conducida a un canal de riego, para los cultivos que ahí se siembran y son legumbres que no se consumen- crudas.

El objetivo de las cajas de cambio de nivel, es evitar turbulencias excesivas y mantener en forma constante los niveles del agua en los tanques.

CAPITULO N^o. I

DIVERSOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

CONDICIONES Y FACTORES A CONSIDERAR EN LA SELECCION DE UN TRATAMIENTO.

Los sistemas de tratamiento para aguas residuales que se aplican prácticamente y aprobados por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología en el Departamento de Alcantarillado, de la Dirección General de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado se enlistan a continuación.

Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

- a).- Fosas Sépticas
- b).- Tanques Imhoff
- c).- Lagunas Naturales de Estabilización en los siguientes tipos:
 - Sin Equipo Electromecánico
 - 1.- Anaerobio-Facultativa
 - 2.- Facultativas
 - Con Equipo Electromecánico
 - 3.- Combinadas; Una laguna con Aereación y una Facultativa
 - 4.- Aereadas en dos pasos; Ambas lagunas cuentan con aereadores.
- d).- Filtros Rociadores
- e).- Zanjas de Oxidación
- f).- Lodos Activados Convencionales

Los sistemas anteriores son las soluciones apropiadas para proporcionar la calidad de aguas residuales sometidas a tratamiento, que establece el Reglamento de Prevención y Control de Contaminación del agua.

Los Factores a considerar para la aplicación de determinado sistema, considerando como objetivo las máximas eficiencias con los mínimos costos son los siguientes.

El tipo de agua a tratar

- Agua Municipal
- Agua Industrial
- Agua Industrio-Municipal.

Si las aguas residuales que se van a tratar o depurar son netamente industriales o industrio-municipales en las cuales predominan las aguas municipales se pueden tratar por cualquiera de los sistemas anteriores; considerando además un pretratamiento, dependiendo del material grueso que contenga el influente.

Cuando se trata de aguas netamente industriales cuyo contenido de sustancias tóxicas, tales como plaguicidas, metales pesados, cianuros, cromatos, ácidos y alcalis entre otros es muy alto no se les puede tratar en forma sencilla, pues inhiben la acción microbiana que en el proceso biológico estabilizan los desechos, por lo que es necesario someter éste tipo de aguas a un tratamiento a fin de separar o recuperar las sustancias tóxicas y nocivas.

El Caudal de Agua Residual a Tratar

El volumen de aguas residuales por depurar puede representar un límite para la aplicación de determinado sistema de tratamiento. Por experiencias pasadas se han establecido límites a este concepto, con objeto de que el sistema resulte económico; por lo que el volumen de agua residual queda en función del tiempo de retención o residencia de la misma en las unidades de tratamiento.

El tiempo de retención para el sistema de Fosas Sépticas en promedio es de 12 Horas; ésto indica que es un sistema para poblaciones sumamente pequeñas, pues si los caudales son grandes el volumen de las fosas aumenta de manera que el sistema se vuelve incosteable.

El sistema de Fosas sépticas se considera de tipo Unifamiliar.

La misma problemática se presenta para el sistema de tanques Imhoff, la diferencia entre éstos sistemas es su capacidad, ya que los tanques tienen mayor capacidad de servicio, ya que puede tratar el agua residual de una población hasta de 5,000 habitantes.

En las lagunas Naturales de Estabilización, no se presenta un límite real por el volumen de aguas a tratar. Su problema queda en función del área necesaria para sus estructuras, en si el costo del terreno. La capacidad de población a la que puede servir este tipo de sistema es hasta de cien mil habitantes.

Para los sistemas como Zanjas de Oxidación, Filtros Rociadores y Lodos Activados Convencionales, no existe restricción en cuanto al volumen de aguas residuales por tratar, sino ésta se encuentra en función del equipo electromecánico requerido para el tratamiento en cuanto a su costo, pues resulta mas elevado que cualquiera de los sistemas naturales.

Terreno, Mano de Obra, Material, Equipo y Construcción del sistema de tratamiento.

En el aspecto constructivo se pueden presentar inconvenientes por la falta de material indicado en el proyecto, más se pueden adaptar los materiales factibles de conseguir en sitio.

En cuanto al equipo requerido no es difícil de conseguirse en el País, independientemente del sistema que se trate.

El terreno por su costo y características puede representar el factor determinante para la selección de un sistema de tratamiento.

En sistemas como Fosas Sépticas y tanques Imhoff, éste concepto debe cubrir características tales como; permeabilidad, cantidad de contenido orgánico y pendiente de infiltración a más del area suficiente para las instalaciones. Asi mismo la profundidad a la que se encuentra el nivel freático, con objeto de evitar posibles contaminaciones del agua subterránea.

Las características anteriores son también factores a considerar en sistemas de Lagunas Naturales de Estabilización y Zanjas de Oxidación. El costo del terreno en estos sistemas puede ser un límite. Cuando esto ocurre se modifica el diseño complementando el sistema con aereación, lo cual reduce el área necesaria para la construcción del sistema.

Fenómenos Meteorológicos

Los fenómenos meteorológicos como Evaporación, Infiltración y Precipitación son importantes en la proyección de cualquier sistema de tratamiento, ya que la precipitación es mayor comparada con la evaporación e infiltración es mínima, aumenta considerablemente el volumen de los tanques; por tanto esto trae consigo que el sistema no funcione de acuerdo al proyecto.

Así mismo la temperatura es de vital importancia dada su intervención en la descomposición de los sólidos sedimentables.

El valor de éstos factores para el diseño de un sistema de tratamiento son datos medios mensuales, de los meses más críticos del año.

Desarrollo de la población.

Para elaborar el diseño de un sistema de tratamiento es importante saber la proyección o tipo de desarrollo de ciudad o población cuyas aguas residuales se depurarán, pues en función de ello varía el tipo y volumen de las mismas; se enuncian éstas características, a fin de cuando se aplique un sistema de tratamiento se prevea dichas circunstancias.

Aspectos como el Socio-Económico y técnico pueden ser causa de serios problemas para el funcionamiento y mantenimiento de un sistema de tratamiento por lo que son puntos que se deben tomar preventivamente.

Las lagunas naturales de estabilización, para su funcionamiento requieren de un solo operador de planta y un auxiliar, así como de la inspección de un especialista; una vez a la semana o al mes.

Las lagunas con aereación mecánica, las zanjas de oxidación, los lodos activados y el sistema de filtros rociadores requieren para su mantenimiento a más del personal anterior, de un técnico-mecánico-electricista, para el mantenimiento del equipo del sistema, y el auxilio de un laboratorio para el análisis periódico de la calidad del efluente del sistema.

Uso que se les designará a las aguas ya tratadas

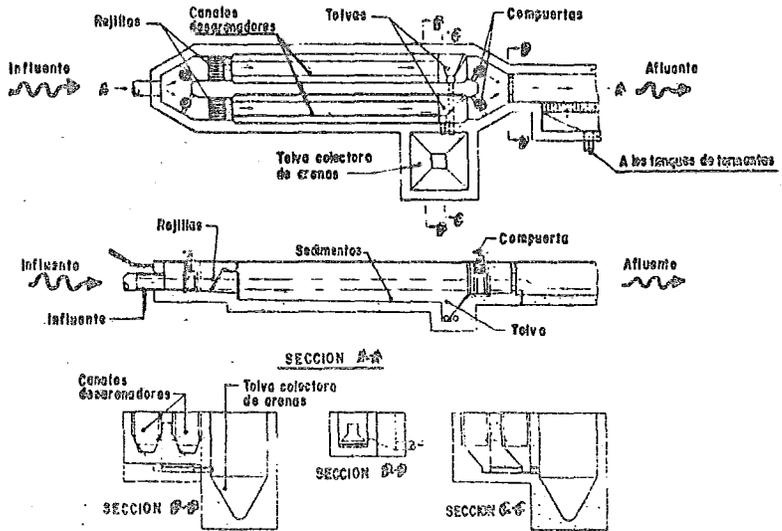
El uso que se le dará a un agua residual depurada, es un factor importante para la aplicación de determinado sistema de tratamiento, ya que no todos los sistemas reportan la misma calidad del efluente.

Los sistemas como las fosas sépticas y tanques Imhoff, logran una eficiencia de remoción de sólidos flotantes y sedimentables del 80 al 85% y una reducción de la carga biológica (DBO_5) del 25 al 35% contenida en el influyente.

El efluente (agua ya procesada), con ésta calidad puede ser utilizada con la adecuada desinfección en cultivos que no sean hortalizas. Los otros sistemas llegan a tener una eficiencia de remoción de sólidos sedimentables y carga biológica del 90%, por lo que su empleo puede ser más generalizado incluyendo recreación y conservación de fauna y flora acuática.

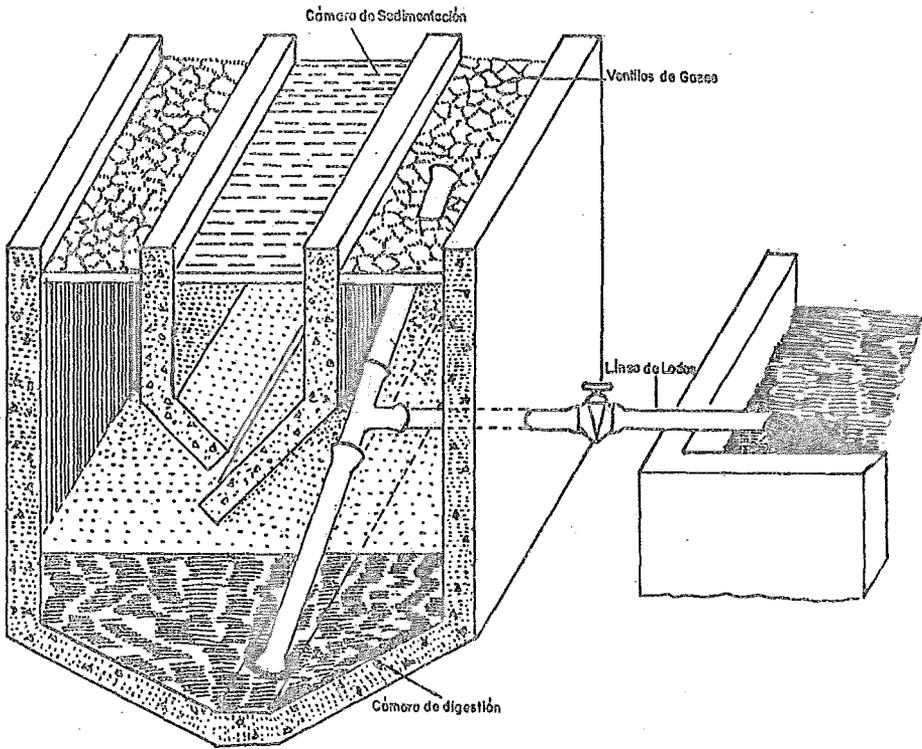
En si el uso del agua residual tratada por cualquiera de los sistemas enlistados solo se restringe en forma específica para el abastecimiento público o su empleo en procesos de la industria alimenticia.

FIGURA

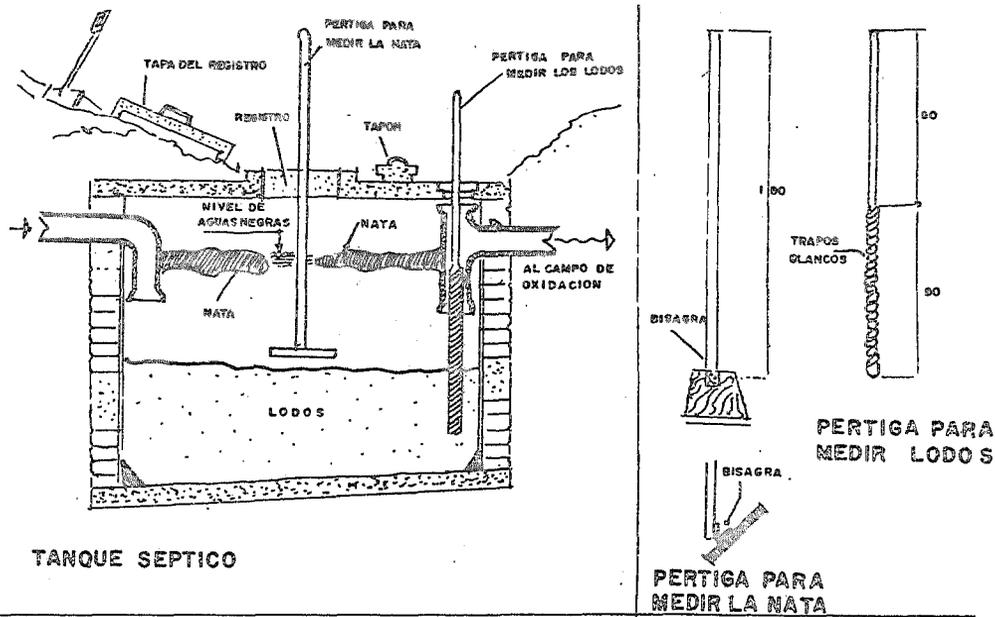


CANALES DESARENADORES DE VELOCIDAD CONSTANTE

TANQUE IMHOFF



FIGURA

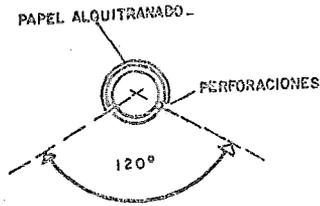


TANQUE SEPTICO

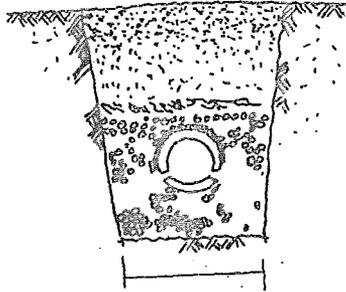
PERTIGA PARA MEDIR LA NATA

CAPACIDAD DEL TANQUE EN M ³	PROFUNDIDAD DEL LIQUIDO EN CM			
	75	100	125	150
1.9	22	32	42	50
2.3	15	24	34	45
3.0	10	18	25	32
3.4	6	12	18	25
3.8	8	12	1	20

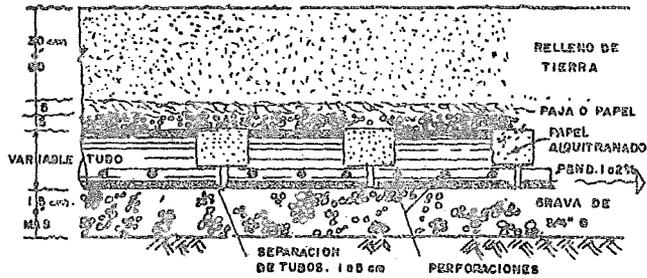
FIGURA



DETALLE DE LA PERFORACION DEL TUBO

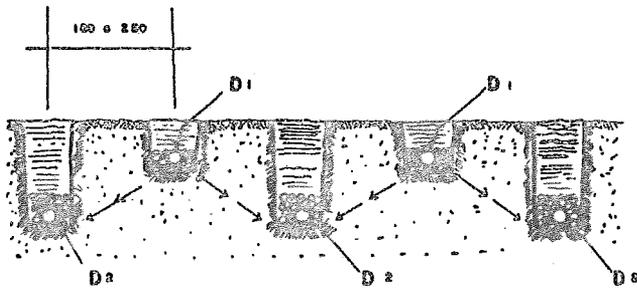
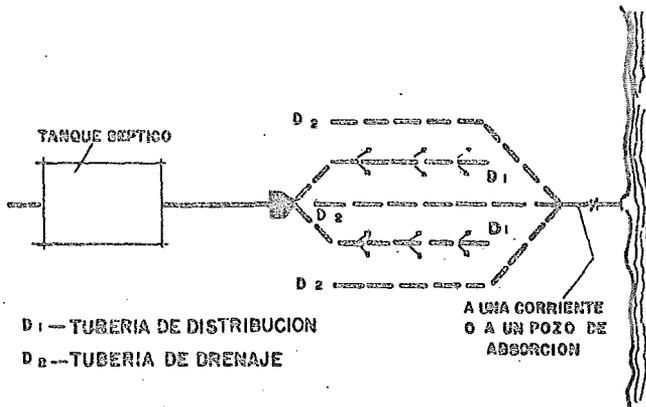


CORTE TRANSVERSAL

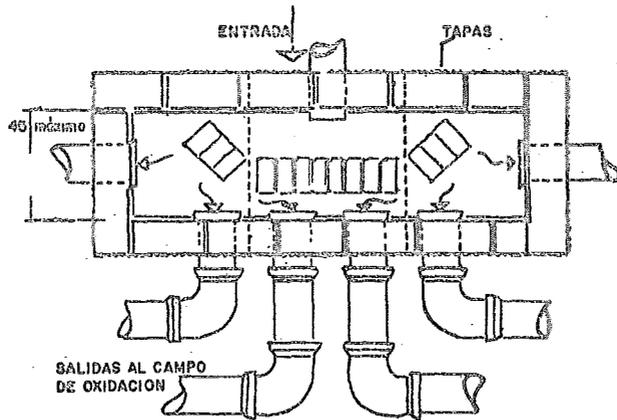


CORTE LONGITUDINAL

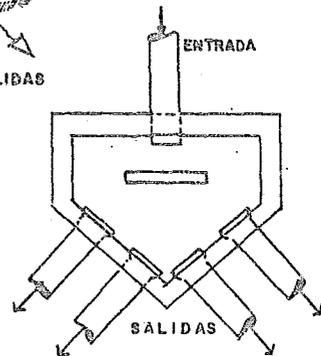
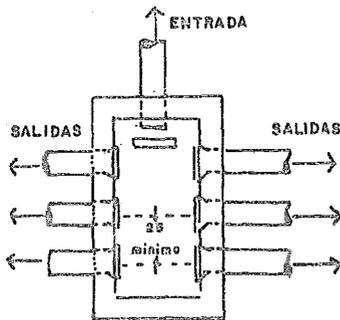
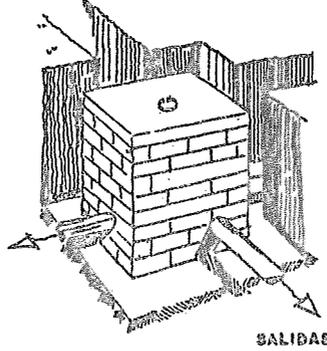
FIGURA



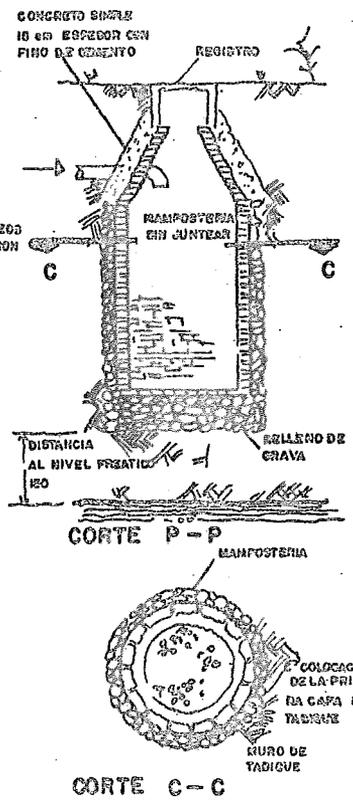
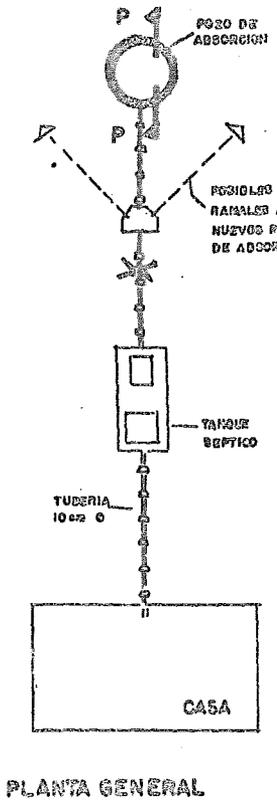
FIGURA



PERSPECTIVA



FIGURA



FIGURA

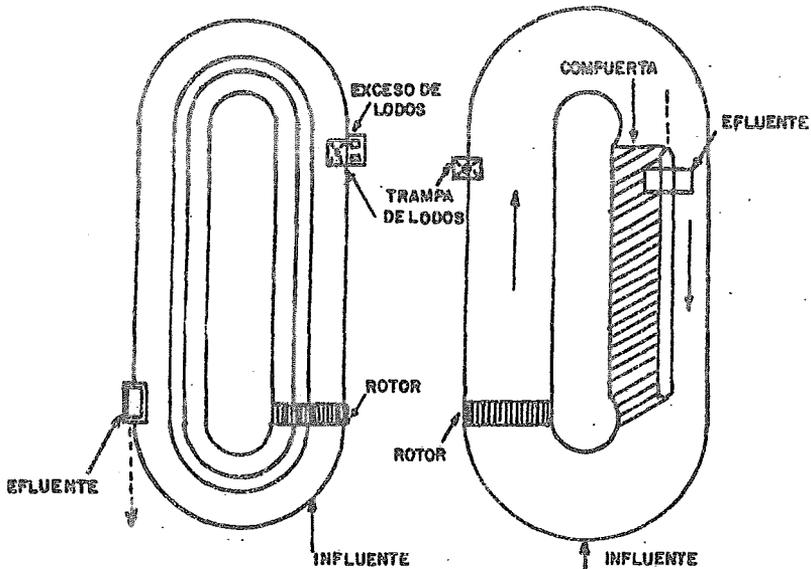


FIGURA. 1

FIGURA. 2

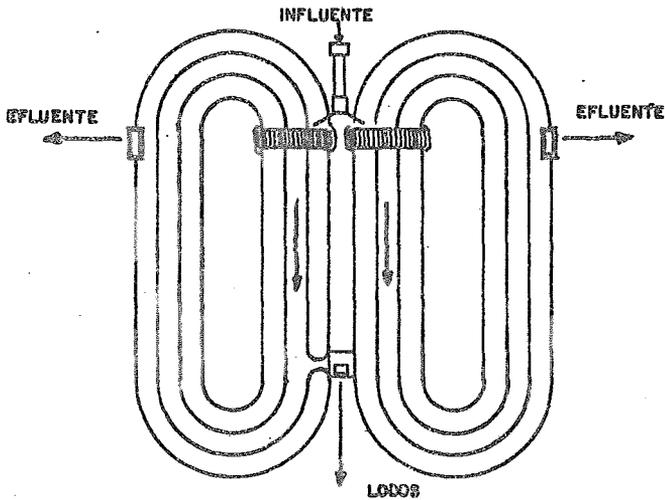


FIGURA.

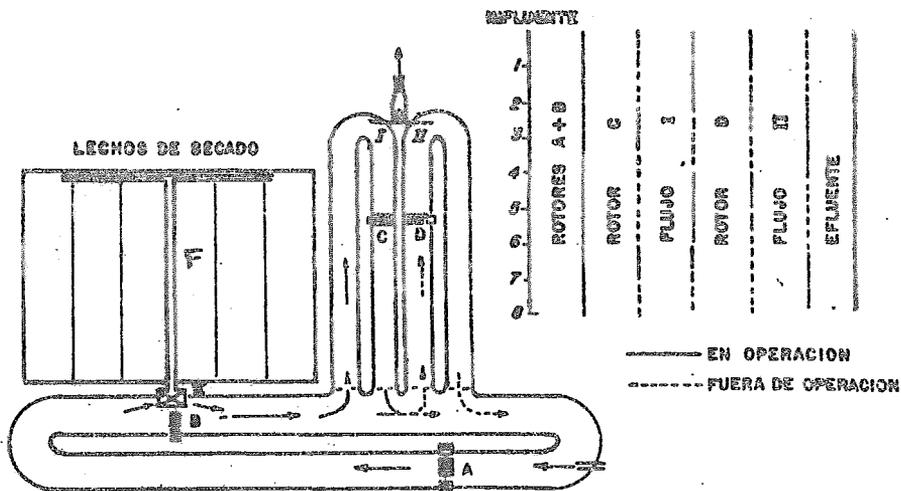


FIGURA.

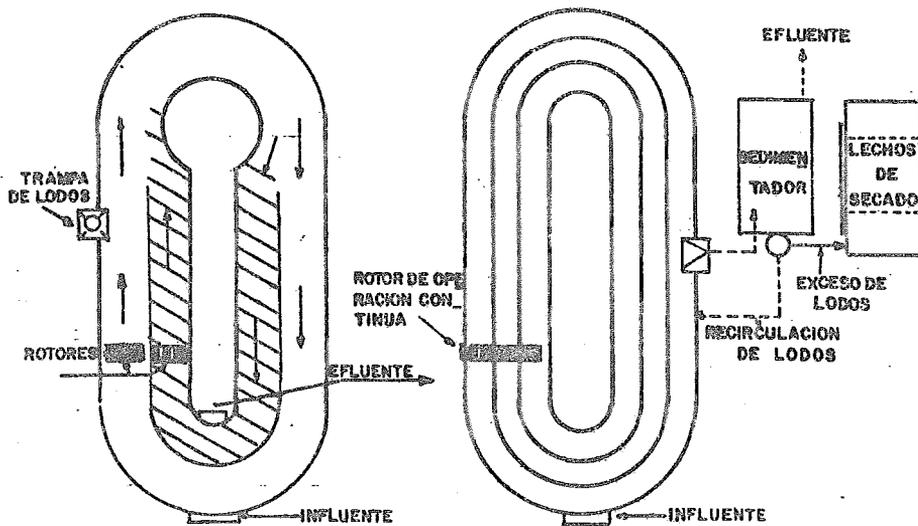


FIGURA.

FIGURA.

DESCRIPCION GENERAL DE LOS SISTEMAS

TEMAS DE TRATAMIENTO.

Tratamiento de aguas residuales
por medio de "Fosas Sépticas"

Este sistema de tratamiento se recomienda para poblaciones o comunidades sumamente pequeñas que no cuentan con red de alcantarillado para el desalojo de las aguas negras.

Para un funcionamiento efectivo del sistema es necesario tomar en consideración las siguientes especificaciones:

- La velocidad de infiltración debe ser alta, de manera que el campo de infiltración no requiera de una gran extensión.
- La profundidad del nivel freático debe encontrarse a una distancia mínima de 1.20 mts, de la superficie de terreno firme.
- Los estratos impermeables o rocosos se localizarán a una profundidad mínima de 1.20 mts, del lecho de la zanja o pozo séptico.

Un sistema a base de fosas sépticas se compone de forma común de dos partes.

1.- La primera parte es un tanque séptico impermeable y subterráneo en donde se efectúa la sedimentación de sólidos y la formación de natas. En un tiempo determinado para el proceso, el grado de contaminación de las aguas residuales tiende a disminuir. El líquido entre el lodo sedimentado y las natas es agua clarificada, siendo el resultado del proceso biológico que por la ausencia de luz solar y oxígeno se desarrolla la vida de microorganismos anaerobios, los que para subsistir descomponen en líquido y gases la materia orgánica, disminuyendo el grado ofensivo que contenía el agua. Al proceso antes descrito se le conoce como "Proceso Séptico".

Después de esta depuración las aguas tienen una composición de forma que al tener contacto con el aire que se infiltra por las tuberías se oxida con facilidad reduciendo al mínimo el grado de contaminación que persistía en ellas.

El proceso de oxidación se efectúa por medio de bacterias aerobias que toman el oxígeno del aire y lo introducen al influente en la tubería.

En esta primera unidad se recomienda la colocación de trampas para grasa, ya que las aguas negras provienen también de cocinas, las portan. La -- disposición de éstas debe efectuarse en forma sanitaria (enterrándolas), - para evitar la proliferación de insectos.

2.- La segunda parte del sistema es un pozo ; una serie de pozos de ab sorción ó de drenes colocados en el subsuelo porozo, donde se distribuye el efluente por medio de tubería sin juntear; a ésta instalación se le conoce como Campo de Infiltración u oxidación.

Para determinar la capacidad de un tanque séptico (1a. Unidad del sistema), se considera una aportación de 150 l/hab/día de aguas residuales en un tiempo de retención en la unidad de 24 Horas. El material para su cons-- trucción debe ser anticorrosivo, no putrefacto y la unidad ya construida de be contar con tapa hermética; se consideran como materiales que reúnen és-- tas características, el barro vitrificado, el hormigón reforzado, arcilla, - metal revestido y el concreto. El relleno alrededor del tanque, se efectua en capas delgadas bien apisonadas a fin de no producir sobre-esfuerzos en - las paredes del mismo.

Para que el efluente no lleve sedimentos y natas en el tanque séptico, se coloca en el sitio de descarga un dispositivo de salida, el cual sobresa le 3 cm. de la superficie del agua, y a una distancia por debajo de dicha - superficie equivalente al 40% del tirante hidráulico, cuando la forma del - tanque es rectangular; y el 35% de dicho tirante cuando la forma es cilín-- drica horizontal. Este dispositivo permitirá la salida de gases.

Las dimensiones más comunes en planta, de un tanque son; 0.60 mts por- 0.75 mts y 1.50 mts de profundidad, variando ésta última mediante el caudal de aguas a tratar; para evitar el derrame de espumas, en el cálculo del tan que, se considera un sobre bordo del 20% del tirante hidráulico, medido de - la superficie del agua al borde del tanque.

La segunda instalación del sistema estará a una distancia mínima de 30 mts. con referencia a un pozo de abastecimiento de agua potable y a 15 mts como mínimo si las fuentes de abastecimiento son ríos o arroyos.

Los drenes de esta misma instalación se encuentran constituidos por tubos de concreto perforados y sin juntear, con una longitud en sus líneas principales de 18 a 30 mts como máximo, aunque se recomienda sean lo más cortas posible. Las cepas para el alojamiento de dicha tubería, presentarán una pendiente hidráulica de 0.15 a 0.30% , y para subsuelos porozos será de 0.45 a 1.00 % ; su ancho estará entre 60 y 80 cm , con lecho de grava con espesor de 15 cm (según diámetro de tubería), establecido en las especificaciones de sistemas de agua potable y alcantarillado de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

DESCRIPCION GENERAL DE
SISTEMAS DE TRATAMIENTO
Tratamiento de aguas residua
les mediante "Tanques Imhoff"

El nombre este sistema lo lleva del Dr. Karl Imhoff, quien diseño esta unidad con los siguientes objetivos; llevar a cabo dentro de la misma unidad el proceso de clarificación del agua residual y la sedimentación de lodos, en sí llevar el proceso completo de la depuración del agua negra en una sola estructura.

La estructura constitutiva de este tipo de tratamiento por su forma y composición impide que los sólidos sedimentables una vez separados se mezclen nuevamente con el agua clarificada, y a la vez se lleva a cabo el proceso de digestión de lodos en el fondo del propio tanque. El efluente resultado del agua tratada es aceptable.

El tanque Imhoff se encuentra formado por tres cámaras; dos superiores y una cámara inferior.

La cámara de Derrame Continuo es una de las cámaras superiores y es de forma acanalada, cuyas dimensiones se encuentran en función de parámetros como; velocidad de escurrimiento, tiempo de retención y volumen de aguas a tratar, observando a la vez los siguientes límites: Su longitud no debe exceder de 30 mts y su relación largo/ancho se recomienda de 1 a 5, la profundidad se ha determinado por experiencia con un rango de 1.5 a 4.5 mts.

Las paredes de esta cámara deben tener un talud de 1.4 a 1.00 y una de ellas será 15 cm más larga que la otra, conservando una abertura entre sí de 15 cm, hacia el fondo o parte inferior de borde a borde.

El tiempo de retención común para el tratamiento de aguas domésticas es de 2 horas, la velocidad no debe ser mayor de 0.30 m/mín. y la carga superficial oscila entre 24.4 y 36.6 m³/día/m².

El material más usual para su construcción es el concreto, y se recomienda que las paredes sean lo menos rugosas posible para evitar la reten

-ción del lodo.

Como profundidad total del tanque se ha considerado de 9 a 10.5 mts- por dificultad de excavación que se pueda presentar.

Es conveniente que ésta cámara de derrame sea relativamente estrecha para evitar corrientes transversales.

Cámara Inferior o de Digestión; tiene como función la digestión de los lodos y se calcula tomando en cuenta que la permanencia de los mismos sea por períodos de 2 meses. Su capacidad es de 85 a 99 litros y se encuentra constituida estructuralmente con paredes de taludes 1 : 2 y 1 : 4 para concentrar los sólidos sedimentados en el fondo de estas estructuras; cuando la pendiente de las paredes es la mínima se coloca una tubería en la parte recta de las paredes al iniciarse el talud, para inyectar agua y arrastrar el lodo hacia el fondo del tanque; dicha tubería se encuentra perforada a cada 30 cm, la inyección de agua se hará cuando se proceda a la limpieza de la unidad.

Cámara de Espumas (y natas) y respiraderos es una de las cámaras superiores y se encuentra situada a ambos lados de la cámara de derrame y tiene una capacidad del 50% de la capacidad de la cámara de digestión. La superficie expuesta a la atmósfera será el 30 % de la superficie horizontal de la cámara inferior, las ventilas del respiradero serán 45 cm de ancho como mínimo y por lo menos una será de 60 cm de ancho.

Se colocarán dispositivos de entrada y salida de manera que sea posible invertir la dirección de escurrimiento en el tanque, con ello el lodo se distribuye de forma uniforme en el fondo del mismo.

El tanque se complementa con un vertedero superficial alargado para la descarga de aguas clarificadas, sin necesidad de afectar los tirantes hidráulicos, ya que ésta operación se realiza por rebose de superficie del agua.

El borde libre del límite superior del tanque y el espejo del agua presenta una distancia de 45 a 60 cm.

Los dispositivos de entrada y salida son deflectores colgantes cuyo objetivo es impedir el paso de la espuma al efluente y se encontrarán sumergidos de 30 a 50 cm, sobresaliendo de la superficie hidráulica 30 cm.

El lodo digerido se extrae del tanque por carga hidrostática de 1.2- a 1.8 mts de columna, por medio de un tubo de 20 cm de diámetro que sale a la superficie en forma lateral y con una válvula se lleva el control de salida de lodos; los cuales escurren por un canal lateral cuya disposición es mediante Lechos de Secado; la pendiente para asegurar el escurrimiento del lodo es de 12 al 16 % y la descarga se recomienda cuando su nivel se encuentre a 45 cm de la abertura de la cámara de derrame, con descarga antes del invierno, dejando un 20 % del contenido como siembra para la digestión de lodos que se depositarán en esa época. La extracción de lodos se suspende cuando su coloración es gris o café, ya que aún no ha terminado el proceso de digestión.

Los lechos de Secado son instalaciones formadas por muros de piedra-braza y capas de materiales graduados (grava y arena), con un orden ascendente del más grueso hasta el más fino, con espesores de 15 a 20 cm, por capa, considerando un tirante de 30cm, que ocupará la capa de lodo digerido y un bordo libre de 20 cm ; para la absorción de cambios de nivel.

La recolección del contenido de agua de éstos lodos se efectúa por medio de una tubería sin juntear colocada en el fondo del primer lecho (capa de grava), y serán incorporadas a la descarga del efluente por medio de pozos de visita común.

El retiro de lodo de ésta estructura se realizará cuando se encuentren totalmente secos, y se le puede utilizar como abono para prados y jardines o para cultivos que no se consuman sin cocimiento.

DESCRIPCION GENERAL DE
SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Tratamiento de aguas residuales mediante "Lagunas Naturales de Estabilización".

Una laguna es un tanque contenedor de aguas residuales semitratadas o crudas, en donde se lleva a cabo un proceso biológico de oxidación o reducción de la materia orgánica contenida en el agua residual.

La estabilización biológica en una laguna se efectúa por medio de una serie de reacciones oxido-reductoras, utilizando una parte de la materia como energía y otra como síntesis; las reacciones de energía son aquellas en donde la estabilización de la materia se realiza completamente mientras que en las reacciones de síntesis dicha materia es convertida a protoplasma bacteriano.

El sistema de tratamiento de lagunas naturales de estabilización presenta cuatro tipos de unidades de acuerdo a el proceso de depuración que en ella se realice, son los siguientes:

- 1.- Lagunas Aerobias,
- 2.- Lagunas Anaerobias,
- 3.- Lagunas Facultativas
- 4.- Lagunas Aereadas, son lagunas naturales con equipo electromecánico de aereación.

Lagunas Aerobias.- la función básica de este tipo de lagunas consiste en la remoción de hidrógeno entre átomos adyacentes para crear una doble ligadura insaturada y la subsecuente adición de agua. En el caso de reacciones bacterianas la remoción del hidrógeno se lleva a cabo mediante un sistema de enzimas que utilizan el compuesto DPN (Diphospho-Piridine-Nucleotide), que representa todo el sistema de transferencia del hidrógeno; como el DPN es reducido a $DPNH_2$ se presenta otro mecanismo mediante el cual se regenera a DPN, esto hace la diferencia entre bacterias aerobias y anaerobias, en su respectiva oxidación de la materia orgánica.

En la oxidación aerobia el proceso es ceder los hidrógenos del $DPNH_2$ al FAD (Faine-Adenine-Nucleotide), que es reducido a $FADH_2$ que a su vez - pasa los hidrógenos a un sistema de citocromos, formado por enzimas que - utilizan el compuesto de fierro como agente transmisor de hidrógenos del- $FADH_2$ al oxígeno molecular. Esto es; el fierro se encuentra en estado fé- rrico y pasa al estado ferroso que es regenerado a férrico mediante el -- oxígeno molecular que posteriormente es reducido a H_2O , convirtiendo la ma- teria orgánica en minerales o sales estables.

Lagunas Anaerobias.- el proceso anaerobio se realiza ante la falta - de oxígeno, ya que las bacterias ante éstas circunstancias toman otras -- fuentes como aceptores de hidrógeno, pues tienen la facilidad de metaboli- zar la materia orgánica con o sin oxígeno. La metabolización de la mate- ria orgánica incluye la completa transferencia de hidrógeno en forma ana- erobia y dos derivaciones adicionales; la primera de ellas consiste en la toma de hidrógenos por nitratos y su reducción a nitritos o en ocasiones- a nitrógeno gas. La segunda derivación se realiza a nivel del $DPNH_2$ donde los átomos de hidrógeno son transferidos a una molécula de materia reduci- da. La inter-relación de energía con las reacciones de metabolismo de -- cualquier tipo de materia orgánica, determinan que proceso de depuración- biológica se efectuará de forma predominante.

Lagunas Facultativas.- En este tipo de tanques se lleva en forma con- junta los procesos antes descritos. El proceso aerobio se realiza en la - superficie del tanque mientras que el proceso se efectúa a la vez pero en el fondo del mismo tanque.

Para el diseño de éste último tipo de lagunas se utilizan los crite- rios combinados de Herman Gloyne y Marais Shaw. entre otros.

El comportamiento del flujo de agua residual en una planta constitui- da por lagunas de éste tipo es de pistón, pues el influente pasa a través- del sistema en forma ordenada sin ocasionar una difusión o mezcla a lo - largo del flujo, existiendo solo una mezcla entre capas laterales (lo an- terior, siempre que todos los elementos del flujo tengan un tiempo de re- sidencia en la unidad).

Criterio de Gloyna; su primera teoría nos indica que el tiempo de retención para obtener una eficiencia de 90% en la remoción de DBO a los -- 35°C debe ser de 3 días y medio, pero para obtener la misma eficiencia si hay variación de temperatura, es necesario variar el tiempo de retención- que se obtiene con la siguiente expresión.

$$R_t = R_{35} \theta^{(35-T)} \dots\dots\dots (1)$$

donde:

- T = temperatura de operación en °C
- R_t = tiempo de retención a la temperatura T
- R₃₅ = tiempo de retención a los 35°C
- θ = 1.072

Para dar un efluente cosntante independiente del flujo que entra (de nominado influente), se ajusta el tiempo de retención con la siguiente -- ecuación.

$$R_t = \frac{S_o}{200 R_{35} \theta^{(35-T)}} \dots\dots\dots (2)$$

En donde:

S_o = DBO del influente

Las demás literales tienen equivalencia igual que en la ecuación No 1

Resultados de estudios posteriores por Gloyna, Karn y Marais se esta blecio un valor de θ = 1.085, obteniéndose finalmente la siguiente expresi- ón:

$$V = C Q S_o \theta^{(35-T)} f f' \dots\dots\dots (3)$$

donde:

- V = volumen de la laguna en m³
- C = constante con valor de 3.5 X 10⁻²
- Q = gasto promedio en m³/día
- S_o = DBO del influente en mg/lt.

$\theta = 1.085$

T = temperatura en °C

f = factor aproximado a 1.00

f' = factor aproximado a 1.00 para concentraciones de sulfato menores a 500 mg/lt.

Como resultado de investigaciones elaboradas por Gloyna, Shaw y Karn- acerca de factores como el tiempo de retención, tasa de biodegradación, - efectos de temperatura y coeficiente de la misma, se pueden combinar de - forma que la concentración en el efluente de una laguna facultativa con - flujo continuo se puede expresar así:

$$S_e = \frac{S_o}{V/Q} \int_{t=0}^{t=\infty} e^{-K} (e^{-(Q/V)t}) dt \dots\dots\dots (4)$$

en donde:

S_e = DBO del efluente en mg/lt.

S_o = DBO del influente en mg/lt.

t = tiempo de retención en días

V = volumen de la laguna en m³

Q = gasto de aguas residuales en m³/día

K = tasa de biodegradación en días⁻¹

Integrando la expresión nos queda la siguiente ecuación:

$$S_e = \frac{S_o}{Kt + 1} \dots\dots\dots (.5)$$

Siendo la misma ecuación que Eckenfelder desarrolló para las lagunas aerobias artificiales mezcladas mecánicamente.

En 1961 Marais, Shaw y Gloyna desarrollaron un criterio de diseño aplicable a las lagunas naturales funcionando en serie; admitiendo que se puede determinar la concentración de la DBO para cualquier tiempo de retención, siempre que el contenido de la laguna se mezcle de forma instantánea y completa con el efluente. Se realiza la biodegradación de la mate

ria orgánica, en base a una reacción de primer orden teniendo efecto la temperatura sobre la tasa de biodegradación, y se expresa por medio de la siguiente ecuación.

$$K_t = K_{t0} \theta^{(T-20)} \dots\dots\dots (6)$$

donde:

K_t = biodegradación de la materia orgánica a la temperatura T

K_{t0} = biodegradación de la materia orgánica a los 20°C de temperatura

θ = 1.072

T = temperatura real de la laguna.

Sustituyendo la ecuación de la tasa de biodegradación (6) en la ecuación No. (3), en donde se estableció el valor de $\theta = 1.085$ resulta:

$$S_e = \frac{S_0}{K_t R + 1} \dots\dots\dots (7)$$

en donde:

S_e = DBO del influente en mg/lt.

S_0 = DBO del efluente en mg/lt.

K_t = constante de biodegradación a la temperatura T

R = tiempo de retención en días.

Esta ecuación establece el comportamiento de la masa líquida en la laguna, si se considera la capa de lodos bentales. En estudios posteriores Algie y Marais establecen la ecuación para el diseño de lagunas anaerobias, con la cual se efectúa una mezcla completa y es la siguiente expresión.

$$S_e = \frac{S_0}{(S_e/S_0)^n K_T + 1} \dots\dots\dots (8)$$

en donde:

S_e = concentración del efluente en mg/lt.

S_0 = concentración del influente en mg/lt.

T = R = tiempo de retención.

K = tasa de remoción de DBO, en días⁻¹

n = 4.80

La remoción de la DBO, se relaciona con el tiempo de retención, temperatura y cantidad de lodos sedimentables.

En el año de 1970 el Ing. J.M. Aguirre obtuvo la expresión para determinar el área superficial requerida en una laguna facultativa y se presenta a continuación:

$$A = 3.07 \times 10^{-3} Q S_o (1.085)^{(35-T)} f f' \dots \dots (9)$$

donde:

A = área en acres, basada en una profundidad de 6 pies, considerando un pie de profundidad para la sedimentación de lodos.

Q = gasto promedio de aguas residuales por tratar.

S_o = DBO del influente en mg/lt.

T = temperatura promedio del mes mas frío en °C

f = factor de compensación por toxicidad de las algas que se desarrollan en éste tipo de lagunas y equivale a 1.00

f' = factor de concentración de sulfatos equivalente a 1.00, si dichas concentraciones son menores a 500 mg/lt.

Lagunas Aereadas.- éste tipo de lagunas es una modificación de laguna natural, cuando el área necesaria resulta muy extensa, - - - - - puede reducirse ésta, al complementarse el sistema de tratamiento con equipo electromecánico de aereación. Con este equipo el tiempo de retención para el tratamiento es menor, aunque el costo del mismo se ve incrementado.- Dicho equipo es fácil de conseguirse en el País.

En una laguna aereada se presenta mezcla completa, siempre que todos los elementos del flujo se encuentren perfectamente combinados en el reactor; ya que al existir dicha mezcla se efectúa una homogenización instan-

tánea, expresada con la siguiente ecuación, siendo igual a la ecuacion No 5

$$S_e = \frac{S_o}{K T + 1} \dots\dots\dots (10)$$

en donde:

Se = concentración en el efluente

So = concentración en el influente

K = constante de reacción de primer orden

T = R = tiempo de residencia del caudal en las unidades de tratamiento.

Otras ecuaciones obtenidas por este tipo de comportamiento de sus componentes son: Por Eckenfelder para lagunas aerobias artificiales equipadas con aereadores, es la siguiente expresión.

$$\frac{S_e}{S_o} = \frac{1}{Kt + 1} \dots\dots\dots (11)$$

En donde tenemos:

Se = concentración del efluente de DBO₅ en mg/lt.

So = concentración del influente de DBO₅ en mg/lt.

K = tasa de biodegradación de la materia orgánica, en días⁻¹

t = tiempo de retención en días.

La formulación para la remoción de DBO₅, es derivada del siguiente balance de masa para un sistema en condiciones estables.

$$\frac{\text{Kg DBO removida}}{\text{dia}} = \frac{\text{Kg DBO}_5 \text{ en el influente}}{\text{dia}} - \frac{\text{Kg DBO}_5 \text{ en el elfuente}}{\text{dia}}$$

Considerando que la precipitación pluvial sea igual a la evaporación - de agua residual, se formula la siguiente ecuación.

$$L_o Q - L_e Q = V r$$

en donde:

Le = DBO₅ del efluente en mg/lt.

Lo = DBO₅ del influente en mg/lt.

Q = flujo de entrada en lts./dia

V = volumen de la laguna en lts.

r = tasa de remoción de la DBO₅, en días⁻¹

La tasa de remoción se considera de primer orden y es proporcional a la concentración remanente, su fórmula es:

$$\frac{dc}{dt} = K C \dots\dots\dots(12)$$

en donde:

K = coeficiente de la tasa de remoción

C = concentración

t = tiempo de concentración.

Cuando la mezcla es completa la concentración de DBO₅ del influente (S₀), es igual a la del efluente (S_e), cuando el sistema alcanza el equilibrio "r", puede ser substituido en la siguiente ecuación por el valor K Le

entonces: $Lo Q - Le Q = K Le V$

pero como $V = Q t$

tenemos $Lo Q - Le Q = Q t K Le$

dejando la ecuación en términos de la DBO₅, nos queda:

$$Lo - Le = Le K t ; \frac{Lo}{Le} = K t + 1$$

y su inverso: $\frac{Le}{Lo} = \frac{1}{K t + 1} \dots\dots\dots(13)$

Esta última ecuación supone una reacción cinética de primer orden y -mezclado completo e instantáneo. Los resultados obtenidos mediante la aplicación de esta ecuación, son representativos del comportamiento de lagunas-aereadas y puede utilizarse para aproximar los requerimientos de diseño; debido a que la concentración de sólidos que se mantiene en lagunas aereadas es baja. Cualquier variación en la temperatura repercute en la tasa de remoción de la DBO, por lo que es necesario estimar la temperatura de la laguna para tiempo de verano e invierno, mediante la siguiente expresión.

$$T_i - T_w = \frac{(T_w - T_a) f A}{Q} \dots\dots\dots(14)$$

en donde:

T_i= temperatura del influente en °F

T_w= temperatura de la laguna en °F

T_a= temperatura del aire en °F

Q = gasto de entrada al sistema en gal./día

A = área superficial de la laguna en pies(fts).

f = factor de corrección.

Una vez hecho el balance de temperatura, la tasa de biodegradación puede calcularse con la siguiente expresión;

$$K_t = K_{20} \theta^{(T-20)} \dots\dots\dots(15)$$

en donde:

K_t = tasa de remoción de la DBO a la temperatura T

K₂₀= tasa de remoción de la DBO a los 20°C

T = T_w= temperatura de la laguna en °C

θ = coeficiente de la temperatura con rango de 1.06 a 1.09

Al combinar las formulas 12, 14 y 15, resulta la siguiente ecuación:

$$\frac{S_e}{S_o} = \frac{1}{1 + K_{20} \theta^{((Af T_a + Q t_i / Af + Q) - 20)} (A D / Q)} \dots\dots(16)$$

en donde AD/Q es el tiempo de retención en horas.

Los requerimientos de oxígeno en una laguna aerada se encuentran relacionados con la remoción de la DBO y la cantidad de sólidos en suspensión; - pues dichos sólidos se encuentran presentes en concentraciones bajas de SSV (sólidos Sedimentables Volátiles), en un rango de 80 a 200 mg/lit.

El oxígeno puede relacionarse directamente con la remoción de la DBO - en la siguiente forma:

$$\frac{\text{Lb } O_2}{\text{día}} = \frac{(Y) \text{ Lb de DBO removida}}{\text{día}} \dots\dots(17)$$

El valor de la incognita " Y ", oscila entre 0.9 a 1.40, dependiendo de la naturaleza del desecho, del grado de mezclado y de la temperatura.

La concentración de sólidos en una laguna aereada es de suma importancia, ya que es necesario determinar la concentración de sólidos suspendidos y la DBO asociada a dicha concentración, con auxilio de las siguientes expresiones.

$$X_o + (a S_r - b X_a t) = X_a \dots\dots\dots(18)$$

Lo cual quiere decir que sólidos de entrada mas sólidos producidos -- por síntesis neta, es igual a los sólidos de salida. Conjuntando las ecuaciones 17 y 18; tenemos:

$$X_a = \frac{X_o + a S_r}{1 + bt} \dots\dots\dots(19)$$

en donde;

Xa = al promedio de sólidos suspendidos volátiles en el licor mezclado -- con unidades de mg/lt.

Xo = sólidos suspendidos volátiles en el influente en mg/lt.

Sr = DBO removida, utilizada en la síntesis celular

t = tiempo de retención

b = coeficiente de la tasa de auto-oxidación.

El valor de la expresión anterior depende del equipo de aereación -- que se vaya a instalar, de la geometría y espacio del tanque a más de la -- naturaleza de los sólidos en el influente. El equipo de aereación que se -- utiliza para éste sistema es el que se describe a continuación.

- Aereadores mecánicos superficiales, tipo turbina de alta y baja velocidad, éste último con reductor de velocidad, o aereadores mecánicos superficiales de flujo axial, ambos son accionados por motores de combustión interna o eléctricos. La potencia requerida de los aereadores para efectuar el suministro de oxígeno a la masa líquida es del orden de 0.0035 HP/ por metro cúbico, del volumen del tanque.

El sistema de lagunas de estabilización en sus diferentes combinaciones o tipos, al aplicarse en forma real (práctica), presenta ésta secuencia

establecida por el Departamento de alcantarillado en su Oficina Plantas de Tratamiento, de la Dirección General de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología..

Secuencia de estructuras de un sistema de tratamiento por lagunas naturales de estabilización.

- Conjunto Anaerobio Facultativo.- Se encuentra constituido por dos tanques como unidades principales; en el primero de ellos se efectúa específicamente el proceso anaerobio y es un tanque formado por bordos de tierra compactada, con un ancho de corona de 3.00 mts; taludes interiores de 2.5 : 1.00 y los exteriores de 2.00 : 1.00, con tirantes hidráulicos de 2 a 3 mts.

El otro tanque es de carácter facultativo, en donde se efectúan los procesos anaerobio y aerobio a la vez. Es un tanque formado al igual que el anterior por bordos de tierra compactada, con ancho de corona y taludes interiores y exteriores igual a los antes mencionados. Tirantes hidráulicos de 1.20 a 2.00 mts. El conjunto de unidades funcionan en serie.

Este sistema se complementa con cajas de cambio de nivel, con compuertas de madera creosata, para permitir la entrada del influente al sistema y el paso del agua semitratada de uno a otro tanque y la salida del efluente.

- Conjunto de Lagunas Facultativas.- Son al igual que el sistema anterior dos tanques; ambos son facultativos, lo cual quiere decir que se efectúa el mismo proceso biológico en ellos, sus características de diseño son las especificadas anteriormente para este tipo de tanques; su funcionamiento también es en serie, así mismo cuentan con el auxilio de cajas de cambio de nivel.

- Conjunto Aereado-Facultativo.- Son también dos tanques, en donde el primero es un tanque aerobio, equipado con aeración mecánica superficial con potencia requerida de 0.0035 HP/m³ del volumen del tanque. El equipo electromecánico, puede ser cualquiera de los anteriormente descritos. Los tirantes hidráulicos tienen un rango de 1.80 a 3.60 mts. siendo los demás

factores igual que en las unidades de los sistemas anteriores. El tanque - facultativo es igual en diseño y características que el descrito en el tema anterior.

El sistema Aereado-facultativo funciona en serie, y se ve complementado por cajas de cambio de nivel al igual que los antes mencionados.

- Conjunto de Aereación en dos Pasos.- Son dos tanques de proceso aerobio, cuya explicación y diseño corresponde a la elaborada en el párrafo anterior. Al igual que los sistemas ya descritos; el funcionamiento de este conjunto es en serie, así mismo auxiliado por cajas de cambio de nivel de forma inicial, media y final, en el sistema de tratamiento.

En este tipo de tratamientos es necesario llevar a cabo el control de olores, espumas así mismo evitar la proliferación de insectos y en los bordos, la maleza. Los olores se producen dado que los sólidos sedimentables, después de la fermentación alcalina pasan a la fermentación ácida, para su control es necesario agregar cal al agua residual en proceso a fin de elevar el PH que debe presentar un rango de 6.5 a 7.0 , de manera específica cuando el agua presenta señales de residuos industriales. También se puede agregar agua rica en oxígeno disuelto; sobre la superficie de la laguna. - Cuando se llegan a formar capas de lodo, se origina un olor de ácido sulfídrico, para evitar estas natas es necesario recircular el efluente hasta un 40 % del total del volumen; se le puede nitratos de sodio, ya que muchos microorganismos utilizan el oxígeno de los nitratos en lugar del oxígeno disuelto, ó soluciones de cloro con base en hidrocloreuro de sodio y si es preciso se pueden utilizar aereadores superficiales para la ruptura de las capas de nata.

Todo lo anterior con la nula proliferación de maleza, evita la procreación de insectos y propicia el buen funcionamiento de las lagunas.

Los aereadores se utilizan primordialmente para proporcionar aire a la laguna cuando se encuentra sobrecargada. Se ha observado que cuando hay espumas superficiales el tiempo de operación del aereador se reduce, y si -

por el contrario no hay evidencia de ésta, el tiempo de operación del equipo se incrementa.

Se deben elaborar análisis de PH, temperatura y oxígeno disuelto, las muestras se tomarán durante el día y ocasionalmente por la noche en cada una de las unidades del sistema durante la semana.

Algunas características que nos indican situaciones de la calidad del agua depurada, se presentan a continuación.

- Cuando el color del agua se presenta verde intenso o hay ausencia de color, el PH se encuentra por debajo de los índices normales.

- Si en cambio el color que se aprecia es gris, la laguna se encuentra sobrecargada.

Para la conservación de los bordos se les puede recubrir con pedacitos de maspostería de concreto o piedra quebrada con el fin de evitar la erosión de sus taludes a causa de las lluvias y del tiempo. Como en ocasiones la corona de los bordos se usa de acceso a las instalaciones, se pavimenta de forma que durante el lapso de lluvias, ésta fluya y evitar daños.

El material producto de la limpieza de las unidades desarenadoras, cribas o rejillas se dispondrá de forma sanitaria para prevenir la proliferación de insectos. Generalmente en el cambio de primavera-otoño, los sólidos empiezan a flotar, esto representa la necesidad de parar el funcionamiento del sistema o sea dejar fuera de operación las unidades, para su limpieza. Un sistema de tratamiento mediante lagunas requiere de un área en la cual se puedan llevar a cabo todas las tareas a ella relativas, sin problemas, así mismo cercarse para evitar el paso de elementos ajenos al sistema.

Como una planta de tratamiento, siempre se encuentra alejada y aislada de la población, el operador debe ser acompañado por un auxiliar para evitar y prevenir accidentes. También es necesario tomar las precauciones adecuadas para no contraer enfermedades como el tétanos, la tifoidea entre otras, ya que son riesgos presentes cuando se trabaja con aguas residuales, en cuanto a la ropa de trabajo debe lavarse en forma separada de la demás.

DESCRIPCION GENERAL DE LOS
SISTEMAS DE TRATAMIENTO.

Tratamiento de aguas residua
les por medio de "Filtros --
Rociadores".

Este sistema se encuentra constituido por diversas estructuras que --
conservan un órden en sus unidades, para la depuración completa de las --
aguas residuales y es el siguiente:

- Pretratamiento.- Es un proceso conformado de la siguiente manera;
- 1.- Canal de rejillas
 - 2.- Desmenuzador
 - 3.- Desarenador
 - 4.- Medidor de flujo
 - 5.- Cárcamo de bombeo.

La primera estructura es un canal de concreto con ahujas o rejas for-
madas por barras de sección circular o rectangular espaciadas entre sí de-
2 a 15 cm para la retención de los materiales gruesos que contiene el in--
fluente. Su limpieza se efectua de forma manual o mecánica; la herramien-
ta necesaria para hacerlo manualmente son simples rastrillos y para una forma
mecánica se usan rastrillos acoplados a las barras por medio de una cadena y
engranes ó de una cuerda y un sistema de poleas.

Los desmenuzadores son dispositivos que se accionan por motores eléc-
tricos con patente y manufactura prefabricada, la mayoría de ellos cuenta-
con afiladas hojas y/o dentadas, móviles o fijas; las cuales trituran el -
terial grueso del influente.

La tercera unidad es un canal de concreto con sección rectangular, en
donde se queda asentado todo el material arenoso. Para que este material --
sea depositado en el fondo del canal, la velocidad máxima permisible es de
30 cm/seg. Su limpieza al igual que en las dos estructuras anteriores es -
forma mecánica o manual y a realizarse en forma periódica.

Para una limpieza manual se requiere tan solo de palas; y mecánicamente se requiere de rastrillos o canchales accionados por cadenas.

La materia de desecho producto de la limpieza del sistema debe disponerse sanitariamente.

El medidor de flujo se instala con la finalidad de llevar el control del influente, para el efecto se utiliza el Canal Parshall y/o el Vertedor proporcional que pueden ser prefabricados o colados en sitio.

La estación de bombeo se encuentra constituido por un pozo de forma circular rectangular o cuadrada, cuyo dimensionamiento se encuentra en función del caudal por bombear, se provee de bombas sumergibles o secas, accionadas por motores eléctricos o de combustión y velocidades máximas de 1,200 rpm, y la potencia es en base a la carga estática y dinámica del caudal de aguas negras.

- Tratamiento propiamente dicho de las aguas residuales.- Es la sedimentación de los lodos en la unidad determinada como sedimentador primario y es un tanque de concreto reforzado, rectangular o circular con dimensiones comunes de 6.10 X 91.50 mts, considerando un bordo libre de 35 cm y guarda las siguientes relaciones:

- Largo / ancho con un rango de 1.5 a 7.5
- Largo / profundidad con rango de 4.2 a 25

Esta unidad cuenta con una tolva en el fondo de sí misma, cuyo talud en las paredes de la tolva es de 60° con resto a la horizontal y con pendiente en el piso del tanque del 1.00% hacia la tolva. Para el dimensionamiento de un sedimentador se consideran aspectos como la Carga Superficial con unidades en $m^3/día/m^2$, tubería con diámetro de 15 cm. y la extracción de lodo se hace por bombeo ó carga hidrostática.

Para la limpieza de la unidad se cuentan con rastras mecánicas que empujan el lodo hacia la tolva con una velocidad de 60 a 90 cm/min, con una potencia de 1.00 HP/ 93 m² de superficie del sedimentador.

La sedimentación es un proceso físico mediante el cual se eliminan los sólidos sedimentables del agua residual y se extraen periódicamente pa

ra evitar el proceso anzerobio de lodos. En base a la naturaleza de sólidos presentes en el influente el proceso de sedimentación es considerado:

a).- Discreto.- cuando las partículas mantienen su individualidad, sin sufrir cambio en su densidad, forma o tamaño.

b).- Es considerado Floculento o de Sedimentación zonal porque como su nombre lo indica las partículas se juntan para formar los flóculos.

Con respecto a la forma del tanque, cuando ésta es rectangular el caudal entra por un extremo del tanque y fluye longitudinalmente para salir al otro extremo , utilizandose colectores de línea recta para el agua clarificada. Si la forma es circular el agua entra por el fondo y al centro del --tanque para fluir en forma radial hacia la periferia, empleando colectores giratorios para recolección del agua clarificada. El rendimiento del sedimentador es independiente de la forma que presente siempre y cuando se encuentre bien diseñado y equipado adecuadamente.

- Filtros rociadores.- son las unidades que dan el nombre al sistema y - constituidas de concreto reforzado de forma por lo general circular, se complementan con lechos de grava cuyos espesores son de 15 a 30 cm, colocando el material de forma gradual de mayor a menor en forma ascendente. La pendiente en el fondo del tanque es del 1.00% .

El proceso de infiltración se efectua por medio de los lechos indicados, de manera que el influente llega al tanque por tubería radial ranurada a cada 30 cm, con otra tubería de diámetro 20 cm, se colecta el agua filtrada en el fondo pasando a otra unidad para continuar con la depuración. - La limpieza de la unidad se efectua a base de agua a presión para lo que es necesario dejarla fuera de servicio, u operación.

- Sedimentador secundario.- esta unidad igual a la unidad de sedimentación primaria en todos sus aspectos. Su funcionamiento es secundario por --efectuar un proceso de sedimentación de aguas semiprocesadas.

- Digestores.- son estructuras de concreto reforzado de forma rectangu--

lar de fondo cónico e invertido con pendiente de 0.083 y la remoción de lodos se efectúa mecánicamente entonces la pendiente será de 0.5

En esta unidad se lleva a cabo un proceso aeróbico mediante el cual los lodos son digeridos hasta alcanzar su madurez, y disponer de ellos en la forma mas conveniente. La profundidad del tanque fluctua de 6 a 14 mts. con bordo libre de 30 a 60 cm, así mismo esta unidad cuenta con una cámara de separación de sobrenadantes.

El equipo requerido para el proceso de digestión de lodos puede ser: Aereadores de tipo turbina de alta o baja velocidad, los de éste último tipo cuentan con reductor de velocidad. O aereadores de flujo axial, ambos son accionados por motores de combustión interna o eléctricos. La potencia requerida para un digestor aerobio es a razón de 0.008 HP/m³ del volumen del tanque y el aire a suministrar de 15 a 30 m³ de aire por cada 1000 m³ de volumen del digestor. Los períodos para aereación no deben ser menores a 15 días.

La disposición de lodos digeridos puede ser por Lechos de Secado o por cualquiera de los siguientes métodos.

1.- Espesamiento de lodos.- Las unidades para efectuar este procesamiento son tanques de concreto reforzado con altura mínima del agua de 5 mts y un bordo libre de 45 a 60 cm, el piso tiene una pendiente de 0.25 y una tolva en el fondo de dicho tanque. Tiene un equipo de paletas verticales de movimiento lento para el espesamiento de lodos, y bombas secas accionadas por motores de combustión o eléctricos, a todo este equipo en conjunto con la unidad se le denomina "Espesador".

2.- Filtración al vacío de lodos.- Es un tambor cilíndrico con filtros de algodón, tela, fibra sintética o malla de acero y suministro de elementos químicos como cloruro férrico, cal o polielectrólitos, cuya dosificación queda en función del reporte de la calidad del lodo y de las recomendaciones del fabricante.

El equipo en si esta constituido por filtros, bombas de vacío, de alimentación de lodos y de filtrado; dispositivos dosificadores de elementos

químicos y bandas transportadoras. Su fabricación se elabora sobre modelos de simulación.

Todo el sistema es accionado por motores eléctricos o de combustión interna. Este sistema produce una succión en los lodos del 0.0132 a 0.034-atmósferas.

3.- Centrifugación de lodos.- Es una unidad de centrifugación horizontal - tipo bola o tazón, con potencia de 8 a 31.7 HP/lt. de lodo tratado, se requiere también del suministro de compuestos químicos como el cloruro férrico, cal y polielectrolitos y se dosificará en base a la calidad del lodo a tratar o/ y por recomendación del fabricante. Siendo su fabricación de - - acuerdo a modelos de simulación.

La desinfección del efluente del sistema de filtros rociadores se realiza de manera común mediante el suministro de cloro, en tanques de concreto reforzado con características de flujo de pistón y mamparas de separación, así mismo se necesita de un clorador, medidor e inyector, tubería de plástico y deflectores de hule duro para la descarga del efluente. Este tanque clorador debe presentar facilidad para su limpieza sin dejarlo fuera de operación .

La velocidad adecuada para evitar la sedimentación de partículas que hayan pasado las demás unidades del sistema es de 3 a 8 cm/seg.

DESCRIPCION GENERAL DE LOS
SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Tratamiento de aguas residuales por medio de "Zanjas de Oxidación".

La secuencia de este sistema observa los siguientes pasos:

- Pretratamiento.- se conforma por una estructura de rejillas, un desarenador, medidor de flujo y cárcamo de bombeo. Todas estas unidades son iguales a las ya descritas en el sistema de Filtros Rociadores.

- Tratamiento propiamente dicho.

Zanjas de Oxidación.- son las unidades donde se efectúa el propio proceso de depuración de las aguas residuales. La forma de estas estructuras son fosas largas en circuitos cerrados, tipo pista de hipódromo o carrusel su construcción se realiza con la excavación para la zanja o la formación de muros de concreto reforzado, constitutivos de las zanjas.

Los parámetros para su dimensionamiento y capacidad son:- Aportación de 250 a 300 lt./hab.; la profundidad de la zanja queda en función del diámetro del rotor, aunque por experiencia generalmente se considera de 0.80 a 1.50 mts. y el diámetro del rotor por lo regular es de 0.70 mts con velocidad de 80 rpm y velocidad periférica de 2.50 m/seg. La longitud del tramo recto en la zanja es de 12 mts o dos veces el ancho de la zanja a nivel de la superficie del agua. Todos estos datos se encuentran en catálogos proporcionados por el fabricante, dependiendo del tipo del rotor a utilizar.

Cuando es necesaria la instalación de más de un rotor, se sitúan de forma que la eficiencia de cada uno no interfiera entre sí. Los tipos de rotors pueden ser de Jaula, Cepillos rotatorios y Cepillos Kessener, siendo su objetivo proporcionar u ocasionar turbulencia, efectuando así la intrusión de oxígeno del aire al agua, a este proceso se le conoce como oxigenación y se mide en función de la velocidad de absorción de oxígeno en agua -

destilada a 10°C de temperatura, a una presión de 760 mm de Hg con cero contenido de oxígeno . A dicho índice se le denomina "Capacidad de Oxigenación" cuyas unidades son gramos de O_2 / hab/m³ del volumen del tanque. La velocidad mínima dentro de la unidad es de 30 cm/seg, con el fin de mantener los sólidos en suspensión. Este tipo de unidades tiene algunas diversificaciones como: Zanjas tipo I o de Canal Simple. Su función es eliminar sólidos flotantes de la masa líquida, mediante rejillas o criba en la entrada a la misma. El agua en conjunto con los lodos sedimentables forman un licor que es aereado por los rotores; los sólidos sedimentables alcanzan un estado de mineralización avanzado, haciendo innecesaria la digestión del lodo; el período de tiempo en la unidad para que se efectue el proceso es de 24 a 72 horas.

Zanjas tipo II o de Canal Duplex.- existe una modificación en su estructura ya que una parte de la zanja tiene el doble de ancho de lo que era al iniciarse la zanja. Mediante un vertedor intercambiable se descarga el efluente efectuándose una separación del exceso de lodos que descargan directamente a un lecho de secado, sin someterlo a digestión previa.

Para la determinación del volumen y capacidad de la zanja se toman los siguientes criterios.

Criterio utilizado por Must-Kat en Alemania y Passveer en Holanda, consistente en tomar un período de tiempo para aeración de las aguas residuales y que es de 3 días.

Criterio de Baars, sustituye el período del primer criterio por el contenido de materiales contaminantes en el influente, estableciendo una tasa volumétrica de 54 gr de DBO_5 / día y 300 lt./hab como dotación, o su equivalente de 180 gr de DBO_5 /día/m³, lo que significa que un habitante contribuye aproximadamente con 54 gr de DBO_5 /día y un volumen promedio de 100 lts.

Cuando se trata de desechos industriales muy concentrados, el criterio a utilizarse es de Baars.

Criterio de Mohlmann, conocido como índice de lodos en base al volumen ocupado por un lodo sedimentado durante 30 min., sus unidades se registran-

en ml/gr y se utiliza para determinar la sedimentabilidad del lodo, generando la siguiente tabla:

VALORES DE SEDIMENTABILIDAD

- 1.- Si los valores son de 50 a 100 la sedimentabilidad es muy buena
- 2.- Cuando la sedimentabilidad presenta un valor menor a 50, ésta es perfecta.
- 3.- Si el rango es de 100 a 200 la sedimentabilidad es buena y pasable
- 4.- Si el índice se presenta entre 200 y 400 la sedimentabilidad es mala
- 5.- Al superarse el valor de 400, la sedimentabilidad es imposible.

Sedimentador Secundario.- Esta unidad es igual en características y funcionamiento al sedimentador primario, con la diferencia que en el sedimentador secundario se procesan aguas semitratadas.

Cárcamo de recirculación.- Es un pozo de forma rectangular, cuadrada o circular, cuyo dimensionamiento queda en función del caudal de aguas residuales por bombear, el equipo para este fin son bombas sumergibles o secas con potencia de acuerdo a la carga estática y dinámica por abatir; todas son accionadas por motores de combustión o eléctricos. Por lo general se cuenta con subestaciones eléctricas para el suministro de energía al sistema de tratamiento.

La disposición de lodos se puede realizar por cualquiera de los métodos descritos en Filtros Rotatorios. La desinfección del efluente se efectúa mediante el suministro de cloro en tanques de concreto reforzado con características de flujo de pistón o mamparas de separación, equipados con cloradores de medidor e inyector. Así mismo con tubería de plástico (PVC), con deflectores de hule duro. El tanque debe tener facilidad para su limpieza sin detener su operación. La velocidad adecuada para evitar sedimentación de partículas que hayan pasado las unidades anteriores del sistema, es de 3 a 8 cm/seg.

DESCRIPCION GENERAL DE LOS

SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Tratamiento de aguas residuales por medio de "Lodos Activados"

Este sistema al igual que los anteriores presenta una secuencia para su funcionamiento.

- Pretratamiento.- se lleva a cabo con las finalidades descritas en sistemas anteriores y conformado por el mismo tipo de estructuras.

- Tratamiento.- El inicio del tratamiento se efectua con la unidad denominada Sedimentador primario que en su funcionamiento y dimensiones constructivas son similares a las descritas en la misma unidad en el sistema de Fil--tros Rociadores.

El tanque de aeración convencional activado con difusores o aereadores es la unidad donde propiamente se lleva a cabo el proceso de depuración de el agua residual, mediante la activación de lodos. Este tanque es una estructura de concreto reforzado o de mampostería, con una profundidad de 3.05 a 4.60 mt. además debe cumplir con las siguientes relaciones; relación ancho/profundidad tiene un rango de 1.0 a 2.2' y un ancho de 4.60 a 11.00 mts, el largo máximo-permitido puede ser de 150 mts.

El tanque esta dividide comunmente de 1 a 4 canales, pero cuando el sistema es compuesto se permiten hasta 8 canales. (nota; grande o compuesto significa más de un tanque), El equipo de aeración que este sistema requiere es: - Difusores.- que deben de cubrir una producción de burbujas de aproximadamente 2.25 mm de diámetro y compresores con una potencia de 0.25 a 1.00 Kg. de $O_2/HP/Hr.$, los difusores se colocarán en un costado interiormente, del tanque o en forma central. La colocación que se vaya a determinar es necesario considerarla al dimensionar el tanque. Asi mismo el espaciamiento entre difusores-se hará de forma que las burbujas producidas no se junten y produzcan coalescencia.

Otro equipo de aeración que se puede utilizar es el formado por Aereadores superficiales, con una producción de transferencia de oxígeno de 0.25 a 1.00 Kg. de O_2 /HP/Hr. y con diámetro de burbujas especificado en el equipo anterior y su posición será bajo las condiciones también ya descritas en el párrafo anterior.

El sedimentador secundario es una unidad con funcionamiento y dimensiones iguales a la del sedimentador primario y explicado en el sistema de zanjas de oxidación.

La estructura de Digestión aerobia no presenta cambios con lo expresado relativo a la misma en el sistema de Filtros rodados. Los métodos para la disposición de lodos son los descritos en los sistemas anteriores.

La desinfección del agua tratada se realiza mediante cloración, en tanques cloradores, provistos de mamparas de separación, o con flujo tipo pistón y equipados con cloradores de medidor e inyector. El tanque debe presentar facilidad para su limpieza a fin de no parar su operación mientras ésta se elabora, a más de tubería de plástico (PVC), con deflectores de hule duro para la descarga del efluente.

CAPITULO No II

CALCULO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO APLICADO A LAS AGUAS RESIDUALES DE LA POBLACION - DE CUAUHEMOC, COL.

El sistema de tratamiento al que serán sometidas las aguas de desecho de Cuauhtémoc, Col. es Tanques Naturales de Estabilización en su modalidad de -- Facultativas, cuyo funcionamiento será en Serie.

Su cálculo se realiza utilizando los criterios combinados de Herman Gloy na y Marais Shaw.

La construcción del sistema es de carácter inmediato.

Se optó por este sistema debido a que el área necesaria para sus estructuras no es un problema en su adquisición y costo, ya que el influente por -- tratar es mínimo y la población que servirá dicho sistema es de 10 mil habitantes (población proyecto), y el sistema tiene una capacidad de 100 mil habitantes, se considera con esa población proyecto una vida útil de 15 años, lo que quiere decir que el sistema es funcional y no presentará problemas de saturación en ese tiempo.

Los tanques constitutivos del sistema son calculados con la población de proyecto.

El desarrollo de la población de Cuauhtémoc, Col. es de carácter Agrícola, y el uso que se le dará al efluente, es riego de cultivos que no se consumen crudos.

Poblado de Cuauhtémoc, Col.- Alcantarillado
 Datos para el cálculo del Sistema de Trata-
 miento y Dimensionamiento de sus Estructuras

Población de Proyecto	10,000	Habitantes
Dotación	200	lt/hab/día
Aportación de aguas negras	160	lt/hab/día
Gasto máximo previsto	81.95	l.p.s.
Gasto máximo horario	54.63	l.p.s.
Gasto medio mensual	18.52	l.p.s.
Gasto mínimo mensual	9.26	l.p.s.
Carga Biológica Unitaria(DBO ₅)	54.00	gr/Hab/día
Tratamiento	Tanques Naturales de Estabilización.	
Emisor(diámetro de tubería)	00.38	mts.
Sistema	Gravedad	
Temperatura media mensual		
Mes mas caluroso (mayo)	24.8°C	
Mes mas frío (diciembre)	20.0°C	
Evaporación media mensual		
Mes mas caluroso (mayo)	134.03	mm
Mes mas frío (diciembre)	128.40	mm
Precipitación media mensual		
Mes mas caluroso (mayo)	41.00	mm
Mes mas frío(diciembre)	9.70	mm
Infiltración media mensual	5.00	mm/día

CÁLCULO.-

1.- Revisión de Gastos.

Gasto medio

$$Q_{med.} = Pp(Aport)/86,400$$

Pp = Población de proyecto

Aport. = aportación.

86,400 = constante de conversión días a segundos.

$$Q_{med.} = 10,000(160)/86,400$$

$$Q_{med.} = 18.52 \text{ l.p.s.}$$

Gasto mínimo.

$$Q_{mín.} = 0.50 Q_{med.}$$

$$Q_{mín.} = 0.50(18.52)$$

$$Q_{mín.} = 9.26 \text{ l.p.s.}$$

Gasto máximo horario

$$Q_{máx.h} = M Q_{med.}$$

$$M = 1 + 14/(4 + Pp)$$

Pp en miles de habitantes.

M es el coeficiente de Harmon en función de población futura a servir.

$$Q_{máx.h} = 18.52 (1 + 14/(4 + 10)$$

$$Q_{máx.h} = 18.52(2.95)$$

$$Q_{máx.h.} = 54.63 \text{ l.p.s.}$$

Gasto máximo previsto

$$Q_{máx.p.} = 1.5 Q_{máx.h}$$

$$Q_{máx.p.} = 1.5 (54.63)$$

$$Q_{máx.p.} = 81.95 \text{ l.p.s.}$$

2.- Cargas Polutivas y Concentración del Influyente

Carga biológica total(DBO)

$$\text{Cbt.} = \text{Pp DBO}_5$$

$$\text{Cbt.} = 10,000 (0.054) \text{ Kg/hab/día(hab)}$$

$$\text{Cbt.} = 540.00 \text{ Kg/día}$$

Concentración del Influyente

$$\text{C.I.} = 54(1000) / 160 \text{ (gr/hab/día)/(lt/hab/día)}$$

$$\text{C.I.} = 337.50 \text{ mg/lt.}$$

Volumen diario

$$\text{V.D.} = Q_{\text{med.}} (86.4)$$

86.4 = factor de conversión de l.p.s. a m³/día

$$\text{V.D.} = 18.52 (86.40)$$

$$\text{V.D.} = 1,600.13 \text{ m}^3/\text{día}$$

Funcionamiento de lagunas facultativas.

Se proponen los tirantes y tiempos de retención en los tanques, para el proceso de depuración del agua residual.

Primera Laguna: propuestas.

Tiempo de retención 11 días ;

Tirante máximo 1.80 mts.

Cálculo de la carga biológica en el influente para esta laguna.

Carga biológica del Influyente(P_0); Carga biológica del Efluente (P_1), ambos en función de la tasa de biodegradación y del tiempo de retención.

$$P_1 = P_0 / (Kt \text{ Tr} + 1)$$

en donde:

$$K_t = 1.2 \cdot 0^{-(35-T)}$$

$$0 = 1.085$$

Para considerar tiempo de frío

$$K_t = 1.2 / (1.085^{(35 - 20)})$$

$$K_t = 0.353$$

sustituyendo en la ecuación tenemos.

$$P_1 = 540 / (0.353(11) + 1)$$

$$P_1 = 110.59 \text{ Kg/día}$$

Segunda Laguna; propuestas.

Tiempo de retención 7 días ;

Tirante máximo 1.60 mts

Cálculo de la carga biológica del Influyente y Efluente para esta laguna

Carga biológica del Influyente (P_0) ; Carga biológica del Efluente (P_2)

ambas en función de la tasa de biodegradación y del tiempo de retención

$$P_2 = P_0 / ((K_{t_1} Tr_1 + 1)(K_{t_2} Tr_2 + 1))$$

Subíndices "1" corresponden a datos en la primera laguna y los subíndices "2" son datos de la segunda laguna.

$$P_2 = 540 / ((0.353)(11) + 1)(0.353)(7) + 1))$$

$$P_2 = 31.86 \text{ Kg/día}$$

Retención de cargas biológicas de Influyente y Efluente son:

Para la laguna No. 1

$$P_0 - P_1 = 540 - 110.60 = 429.40 \text{ Kg/día}$$

Para la segunda laguna.

$$P_1 - P_2 = 110.60 - 31.86 = 78.74 \text{ Kg/día}$$

Capacidad de depuración, en cada uno de los tanques;

1.- Capacidad = Volumen.- Tanque No. 1

$$\text{Vol.} = Q_{\text{med.}}(86.4)(\text{Tr})$$

Tr = tiempo de retención.

$$\text{Vol.} = 18.52(86.40)(11)$$

$$\text{Vol.} = 17,601.40 \text{ m}^3$$

Como el tirante máximo es 1.80 mts, entonces el área es:

$$\text{Area} = \text{Vol} / \text{tirante}$$

$$A_{\text{máx.}} = \text{Vol} / h_{\text{máx.}}$$

$$A_{\text{máx.}} = 17,601.40 / 1.80$$

$$A_{\text{máx.}} = 9,778.60 \text{ m}^2$$

Capacidad de Depuración es la retención de la carga biológica en el --
tanque entre el área superficial del mismo, en hectáreas.

C.D. = Capacidad de depuración.

C.D. del tanque No. 1

$$\text{C.D.} = 429.40 / 0.98$$

$$\text{C.D.} = 438.16 \text{ Kg/Ha/día}$$

2.- Capacidad = Volumen.- Tanque No. 2

$$\text{Vol} = 86.4(7)(18.52)$$

$$\text{Vol} = 11,200.90 \text{ m}^3$$

Como el tirante máximo es 1.60 mts tenemos:

$$A_{\text{máx.}} = 11,200.90 / 1.60$$

$$A_{\text{máx.}} = 7,000.60 \text{ m}^2$$

Capacidad de Depuración

C.D. = 78.74 / 0.70

C.D. = 112.49 Kg/Ha/día

Características Generales de los Tanques.

Tanque	No. 1	No. 2
Retención (Kg/día)	429.40	78.74
Capacidad de depu -ración en Kg/Ha/día	438.16	112.49
Tiempo de retención en días.	11.00	7.00
Superficie en Ha.	00.98	00.70

CAPACIDADES DE LOS TANQUES A
SUS NIVELES MAXIMOS Y MINIMOS.

Fórmulas para determinación de áreas y capacidades de los tanques del sistema de tratamiento de las aguas negras de Cuauhtémoc, Col.

Area.- $A = b l$; si $l = 2b$ entonces $A = 2b^2$
despejando b; se tiene: $b = (A/2)^{\frac{1}{2}}$

Volumen.- es la capacidad del tanque considerando los taludes interiores de los bordos contenedores.

$$V = (A_{1,2} + a + A_{1,2}(a))(H_{1,2})/3$$

siendo:

$A_{1,2}$ = área máxima y mínima ; respectivamente

a = área de fondo = A_f

l = Largo del tanque

b = ancho del tanque

$H_{1,2}$ = tirante máximo y mínimo respectivamente

Areas y Volúmenes de la Laguna No. 1

Area máx. = 9,779.00 m² Hmáx. = 1.80 m Hmín. = 1.60 m

m	m	m ²	m ³
$b_1 = 70.00$	$l_1 = 139.70$	$A_1 = 9,779.00$	$V_1 = 15,949.00$
$b_2 = 69.00$	$l_2 = 138.70$	$A_2 = 9,570.30$	$V_2 = 14,015.00$
$b_f = 61.00$	$l_f = 130.70$	$A_f = 7,972.70$	

Areas y volúmenes de la Laguna No. 2

Area máx. = 7,000.60 m² H máx. = 1.60 m H mín. = 1.40 m

m	m	m ²	m ³
b ₁ = 50.10	l ₁ = 139.70	A ₁ = 6,999.00	V ₁ = 9,868.20
b ₂ = 49.10	l ₂ = 138.70	A ₂ = 6,810.20	V ₂ = 8,508.00
b _f = 41.10	l _f = 130.70	A _f = 5,372.00	

REVISION DEL CALCULO ELABORADO
 TOMANDO EN CONSIDERACION LOS-
 FENOMENOS METEOROLOGICOS DE -
 EVAPORACION, PRECIPITACION E -
 INFILTRACION.

Funcionamiento a nivel máximo.- Estas condiciones se presentan en el -
 tiempo crítico de invierno. (mes de Diciembre).

Laguna No. 1

Datos:

Tirante máximo	1.80 mt
Tirante mínimo	1.60 mt
Volumen máximo	15,949.00 m3
-Volumen mínimo	14,015.00 m3
Area máxima	9,779.00 m2
Area mínima	9,570.30 m2
Area de fondo	7,972.70 m2
-Aportación de aguas negras	1,600.00 m3
Carga biológica(Po).	540.00 Kg/día

Cálculo del efluente:

Efluente = Volumen diario - Infiltración - Evaporación + Precipitación

Infiltración = Coef. de Inf. (Area)

Evaporación = Coef. de Evap. (Area)/31

Precipitación = Coef. de Precp. (Area)/31

Efl. = 1600.00 - 0.005(9,779.00) - 0.128(9,779.00)/31

+ $\frac{0.0097(9,779.00)}{31} = 1,513.79 \text{ m}^3/\text{dia}$

Verificación de tiempos de retención propuestos:

Tiempo de retención = (Volumen máx) / (Efluente)

$$Tr = 15,949.00 / 1,513.79 = 10.54 \text{ aproximadamente 11.00 días.}$$

Revisión de la carga biológica.

Tasa de biodegradación. $Kt_1 = 1.2 / (1.085)^{(35-T)}$

Temperatura (T) = 20°C

Carga biológica del tanque $P_1 = P_0 / ((Kt_1)(Rt_1) + 1)$

Sustituyendo tenemos.

$$Kt_1 = 1.2 / (1.085)^{(35-20)}$$

$$Kt_1 = 0.353$$

$$P_1 = 540 / ((0.353)(11) + 1) = 110.60 \text{ Kg/día}$$

Retención de la carga biológica en el tanque.

$$P_0 - P_1 = 540 - 110.60 = 429.40 \text{ Kg/día}$$

La retención de carga biológica en el tanque es la reducción de la materia orgánica en las aguas negras.

Carga superficial del tanque.

$$\text{carga superficial} = \text{Retención} / \text{Area}$$

$$C.S. = 429.40 / 0.98 = 438.16 \text{ Kg/ Ha / día}$$

Concentración del efluente.

$$C.Efl. = P_1(1000) / Efl. \quad - \quad 1000, \text{ es el factor de conversión para unidades es mg/lit.}$$

$$C.Efl. = 110.60(1,000) / 1,513.79 = 73.06 \text{ ppm}$$

La eficiencia del tanque es la retención de la carga biológica en el mismo entre la carga biológica total.

$$Efic. = 429.40 / 540 = 79.53 \%$$

Laguna No. 2

Datos:

Tirante máximo	1.60 mt
Tirante mínimo	1.40 mt
-Area máxima	7,000.00 m ²
Area mínima	6,810.20 m ²
Area de fondo	5,372.00 m ²
Volumen máximo	9,868.20 m ³
Volumen mínimo	8,508.00 m ³

Efluente remanente del primer

tanque 1,513.79 m³/día

Carga biológica remanente del

primer tanque 110.60 Kg/día

Calculo del efluente considerando los fenómenos de evaporación, precipitación e infiltración.

Efluente = Efl. rem. - Infiltración - Evaporación + Precipitación.

$$\begin{aligned} \text{Efl.} &= 1,513.79 - 6,999.00(0.005) - 6,999.00(0.1284)/31 \\ &+ 6,999.00(0.0097)/31 = 1,452.00 \text{ m}^3/\text{día} \end{aligned}$$

Revisión del tiempo de retención.

$$\text{Tr} = \text{Rt} = 9,868.20 / 1,452.00 = 6.89 \text{ aproximadamente } 7 \text{ días.}$$

Cálculo de la carga biológica en la laguna.- se considera la misma tasa de biodegradación ya que es la misma temperatura.

$$P_2 = P_0 / ((Kt_1 \text{Tr}_1 + 1)(Kt_1 \text{Tr}_2 + 1))$$

$$P_2 = 540 / ((0.353)(11) + 1)((0.353)(7) + 1) = 31.86 \text{ Kg/día}$$

Retención de carga biológica en el tanque.

$$P_2 - P_1 = 110.60 - 31.86 = 78.74 \text{ Kg/día}$$

La retención de carga biológica en el tanque es la reducción del contenido de materia orgánica en las aguas residuales.

La carga superficial en la misma es:

C.S. = Retención/ Area

$$C.S. = 78.74 / 0.70 = 112.49 \text{ Kg / Ha / dia}$$

Concentración del efluente de la laguna

$$C.Efl. = P_2(1000)/ Efl.; \quad C.Efl. = 31.86 (1,000)/ 1,452.00$$

$$C.Efl. = 21.94 \text{ ppm}$$

Retención total de la carga biológica en la serie:

Ret._t = Ret. en la primer laguna + Ret. en la segunda laguna

$$Ret._t = 429.40 + 78.74 = 508.14 \text{ Kg/ dia}$$

Eficiencia del sistema:

Efic.-es la retención total/ la carga biológica total

$$Efic. = 508.14/ 540.00 = 94.10 \%$$

Como la concentración del efluente en esta laguna es 21.94 ppm, se encuentra aceptable ya que el límite de este factor es por normas de control de contaminación de agua, es de 30 ppm.

La eficiencia del sistema nos reporta una buena calidad del agua tratada.

REVISION DEL CALCULO ELABORADO
 TOMANDO EN CONSIDERACION LOS -
 FENOMENOS METEOROLOGICOS DE -
 EVAPORACION, PRECIPITACION E -
 INFILTRACION.

Funcionamiento a nivel mínimo.- Estas condiciones se presentan en tiempo crítico de verano (mes de mayo).

Laguna No. 1

Los datos se encuentran anotados al iniciarse la revisión en condiciones máximas.

Cálculo del efluente:-

$$\begin{aligned} \text{Efluente.- Efl.} &= \text{Vol. diario} - \text{Area}(\text{Coef.infl.}) - \text{Area}(\text{Coef.evap.})/31 \\ &+ \text{Area}(\text{Coef.precp.})/31 \\ \text{Efl.} &= 1,600.00 - 9,570.00(0.005) - 9,570.00(0.134)/31 \\ &+ 9,570.00(0.041)/31 = 1,523.44 \text{ m}^3/\text{dia.} \end{aligned}$$

Verificación de tiempos de retención.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de retención.- } Tr &= \text{Vol mín.}/\text{Efl.}; Tr = 14,015.00/1,523.44 = 9.21 \\ &\text{aproximadamente 9 dias.} \end{aligned}$$

Cálculo de la carga biológica en función de la tasa de biodegradación.

$$\text{Tasa de biodegradación.- } Kt_2 = 1.2/1.085^{(35-T)}$$

$$\text{Temperatura(T)} = 24.8^\circ\text{C} \quad \text{y}$$

$$\text{Carga biológica del tanque.- } P_1 = P_0/(Kt_2 Tr_1 + 1)$$

$$Kt = 1.2/1.085^{(35-24.8)} = 0.522$$

$$P_1 = 540/((0.522)(9.21) + 1) = 93.00 \text{ Kg/dia}$$

Retención de la carga biológica en el tanque.

$$P_0 - P_1 = 540.00 - 93.00 = 447.00 \text{ Kg/dia}$$

La retención de carga biológica en el tanque (6 Polución), es la reducción de contaminación de las aguas negras.

Carga superficial del tanque.-

Carga superficial = Retención/ Area mín. (en Ha.)

$$C.S. = 447.00 / 0.96 = 465.63 \text{ m}^3 / \text{Ha} / \text{dia}$$

Concentración del efluente:

$$C.Efl. = P_1(1,000) / Efl. \quad C.Efl. = 93.00(1,000) / 1,523.44 = 61.05 \text{ ppm}$$

Eficiencia del tanque:

Efic. = Retención en el tanque/ Carga biológica total.

$$Efic. = 447.00 / 540.00 = 83 \%$$

Laguna No. 2

Datos:

Efluente remanente del primer tanque 1,523.44 m³/dia

Carga biológica remanente del tanque No.1 93.00 Kg/dia

Cálculo del efluente.-

$$Efl. = 1,520.80 - 6,180.00(0.005) - 6,180.00(0.134) / 31 \\ + 6,810.00(0.041) / 31 = 1,468.95 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

Tiempo de retención para el proceso.

$$Tr = \text{Vol mín.} / Efl. \quad Tr = 8,508.00 / 1,468.95 = 5.8 \text{ aproximadamente } 6 \text{ dias}$$

Retención de la Carga biológica en el tanque.

$$P_2 = P_0 / ((Kt_2)(Tr_1) + 1) ((Kt_2)(Tr_2) + 1)$$

$$P_2 = 540 / ((0.522)(9.2) + 1) ((0.522)(5.80) + 1) = 23.09 \text{ Kg/dia}$$

Retención en la laguna.-

$$P_1 - P_2 = 93.00 - 23.09 = 69.91 \text{ Kg/dia}$$

Retención total en la serie:

$$\text{Ret.}_t = 447.00 + 69.91 = 516.91 \text{ Kg/día}$$

Cálculo de la carga superficial en el tanque:

C.S. = Retención en propio tanque/ área min., en Ha.

$$\text{C.S.} = 69.91 / 0.68 = 102.80 \text{ Kg/Ha/día}$$

Concentración del efluente.-

$$\text{C.Efl.} = P_2(1000)/\text{Efl.} \quad \text{C.Efl.} = 23.09(1,000) / 1468.95 = 15.72 \text{ ppm}$$

Eficiencia en el Sistema de tratamiento:

La eficiencia se denota en mínimo índice de contaminación contenida en las aguas negras que se sometieron a tratamiento.

Efic. = Retención total/ Carga biológica total.

$$\text{Efic. en el sistema} = 516.91 / 540.00 = 96. \%$$

Para el tiempo crítico de calor el sistema funcionará dentro de las -- normas establecidas para la prevención de contaminación de aguas.

CAPITULO No. III
ESTRUCTURAS NECESARIAS PARA
-EL FUNCIONAMIENTO REAL DEL
SISTEMA APLICADO.

Las estructuras necesarias en un sistema de tratamiento de aguas residuales por medio de tanques naturales de estabilización son de dos tipos.

- Estructuras propias del tratamiento
- Estructuras complementarias o auxiliares.

Las primeras estructuras son tanques formados por bordos de tierra compactada, dimensionados en función de la población a servir, aportación de aguas negras y del tiempo en que se efectuará la depuración de las mismas.

En base a la experiencia de proyectos realizados por el Departamento de Alcantarillado en la Oficina de plantas de tratamiento de la Dirección General de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, se han establecido elementos constantes de diseño para estas estructuras; tales como los taludes interiores en los bordos que son: 2.5 : 1.0 y los taludes exteriores son de 2.0 : 1.0.

El ancho de corona se toma de 3.0 mt y se pavimentará, si se utiliza como acceso vehicular, para la limpieza de las unidades del sistema.

Se considera un bordo libre de 90 cm sobre el tirante hidráulico máximo los cuales para tanques facultativos presentan un rango de 1.20 a 2.00 mt.

Las estructuras auxiliares se integran por cajas de interconexión entre las unidades anteriores y las tuberías de llegada y salida del sistema, así como las que se encuentran entre ambos tanques. A más se considera también como estructuras complementarias los pozos de visita, la conexión del emisor con el sistema y los platos de concreto de forma circular, colocados en el fondo de los tanques para evitar la erosión en el fondo de éste último por la descarga del influente, tienen un diámetro de 2.00 mt, con espesor de 0.10 mt.

Las cajas de interconexión son de dos tipos:

- Cajas de Entrada y
- Cajas de Salida o de Cambio de nivel.

De observaciones efectuadas por el Departamento anteriormente citado se considero a estas estructuras "Tipo", o sea comunes. Ya que en diversos proyectos de sistemas de tratamiento natural de estabilización no presentan cambios de consideración en sus características de construcción.

La diferencia de proyectos, referente a esas estructuras radica en la topografía del lugar y de los tirantes hidráulicos utilizados en el diseño de los tanques de tratamiento; lo cual no interfiere en el diseño y construcción constructiva de estas estructuras complementarias.

Funcionamiento de todas las unidades de tratamiento de las aguas residuales de la población de Cuauhtémoc, Col.

- Caja de entrada: El emisor proveniente de Cuauhtémoc, Col., descarga su caudal en esta caja, en donde será regulado su paso a la primera unidad de tratamiento específico. El caudal del emisor a esta caja es conducido por tubería de concreto simple de diámetro de 38 cm. y de aquí al tanque por tubería del mismo material con diámetro de 30 cm., cuya descarga se produce a una distancia de 30 mt dentro de la masa líquida donde se encuentra colocado un plato de concreto.

- Tanque No. 1: Esta unidad es del tipo facultativo en el cual se llevara a cabo en forma simultánea dos procesos biológicos, en el fondo del tanque el proceso Anaerobio y en la superficie el proceso Aerobio, descritos en capítulos anteriores.

El área de exposición a la atmosfera de esta unidad para el caso en estudio es de 9,800.00 m², contrirantes hidráulicos de operación de 1.80 máximo y 1.60 mínimo. La eficiencia de la unidad en la remoción de la DBO₅ será del 79.53 %.

- Caja de cambio de nivel: Es la interconexión entre los tanques No. 1 y No.2. y mediante un vertedor con que cuenta la caja se pueden variar los niveles en los tanques para una mejor operación dando acceso a las aguas depuradas a la

Esta caja cuenta con un vertedor de cresta ajustable con la cual se puede regular los tirantes hidráulicos de los tanques, para su mejor operación, a más de dar acceso a las aguas semitratadas del primer tanque hacia el segundo, con descarga en éste último en una distancia de 20 mt en donde es colocado un plato de concreto, mediante tubería de concreto simple con diámetro de 30 cm. y cero pendiente.

- Tanque No. 2: Este tanque es también de tipo facultativo con una superficie de exposición atmosférica de 7,000.00 m², con tirante máximo de operación de 1.60 mt y 1.40 mt como tirante mínimo. La eficiencia de remoción de la DBO₅ en la unidad es del 71.20 % y la eficiencia del conjunto o sea del sistema es de 94.10 %.

- Caja de salida: Esta caja es de características iguales a la de cambio de nivel en su aspecto constructivo, ya que su diferencia radica en la función de cada una. Esta unidad permite la salida del agua totalmente tratada y cuya descarga se efectuará hacia canales de riego donde serán nuevamente utilizadas, en este caso un canal de riego cercano al sistema de tratamiento y los cultivos que se regarán se consumirán cocidos.

CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE
TRATAMIENTO

CONCEPTO

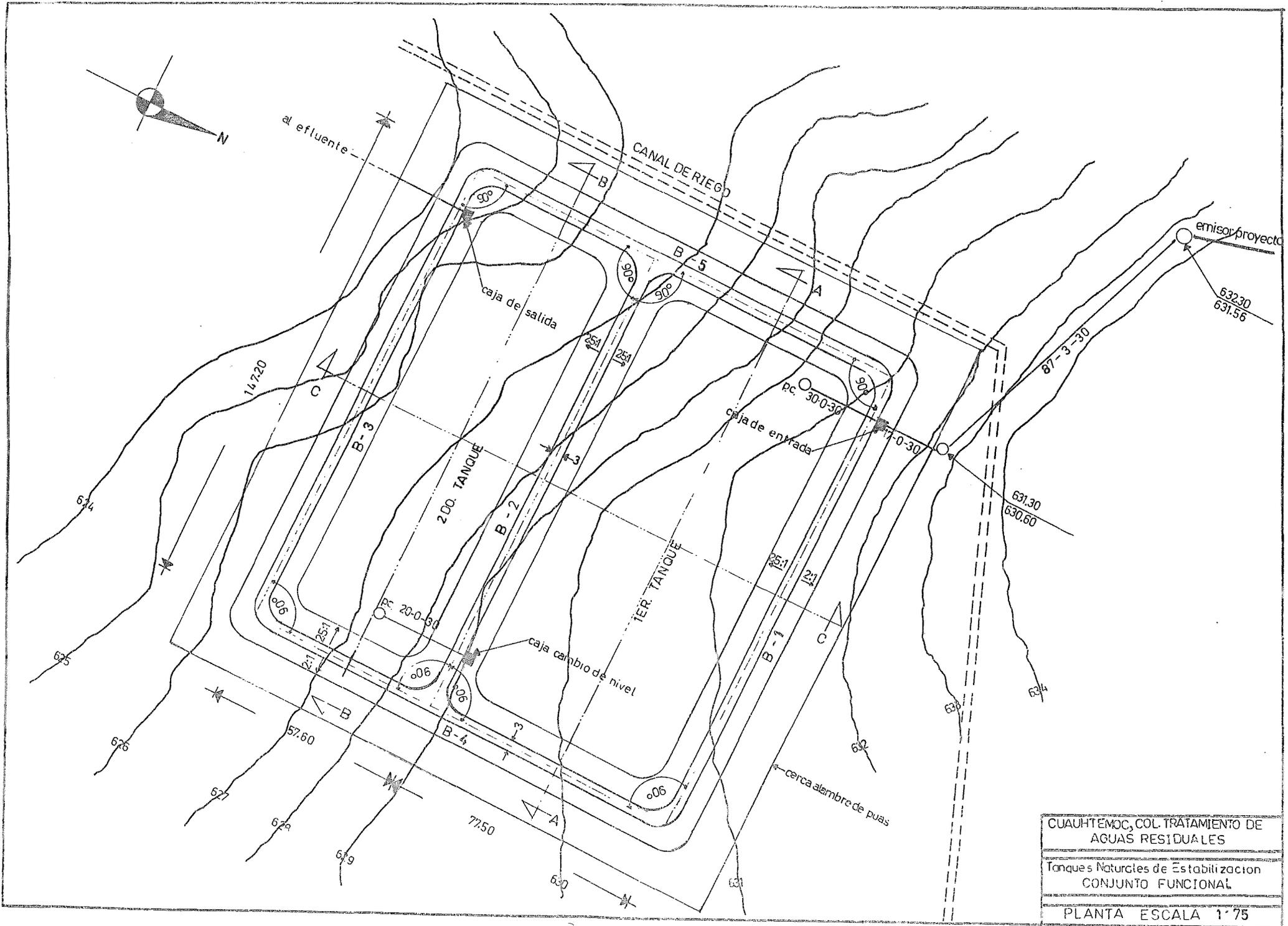
Tirante máximo	m	1.80	1.60
Tirante mínimo	m	1.60	1.40
Area a nivel máximo	Ha	0.98	0.70
Area a nivel mínimo	Ha	0.96	0.68
Area a nivel de fondo	Ha	0.80	0.55
Volumen a nivel máximo	m ³	15,949.00	9,868.00
Volumen a nivel mínimo	m ³	14,015.00	8,508.00
Tiempo de retención max.	días	11.00	7.00
Carga biológica DBO_5 a 20°C			
Influente	Kg/día	540.00	110.60
Efluente	Kg/día	110.60	31.86
Retención en el tanque	Kg/día	429.40	78.74
Carga superficial	Kg/día	438.16	112.49
Concentración en caudal de DBO_5			
Influente	ppm	338.00	73.06
Efluente	ppm	73.06	21.94
Eficiencia del tratamiento	%	79.53	71.20
Eficiencia de la serie.	%	94.10	94.10

DATOS DE PROYECTO PARA EL DISEÑO Y DIMENSIONA
MIENTO DE LAS ESTRUCTURAS PARA EL SISTEMA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE " TANQUES
NATURALES DE ESTABILIZACION"

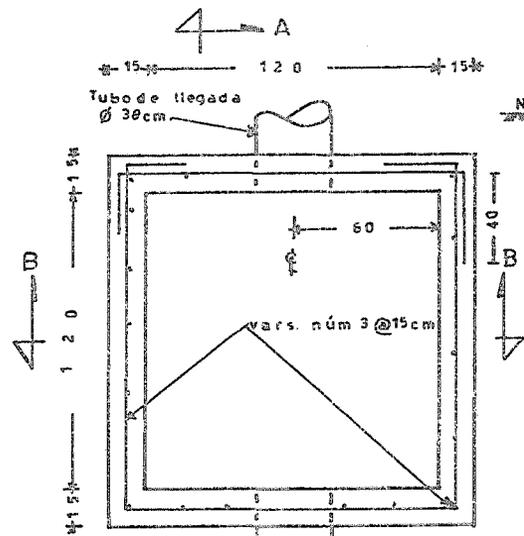
Población de proyecto	10,000.00 Hab.
Dotación.	200.00 lt/Hab/dia
Aportación de aguas negras	160.00 lt/Hab/dia
Gasto mínimo	9.39 lt/seg.
Gasto medio	18.52 lt/seg.
Gasto máx. horario	54.63 lt/seg.
Gasto máx. previsto	81.95 lt/seg.
DBO ₅ unitario	54.00 gr/Hab/dia
Emisor	Tubería de concreto simple de 38 cm de diámetro
Sistema	Por gravedad
Concentración del efluente	338.00 ppm
Temperatura media mensual mes mas frío(diciembre)	20.00°C
Temperatura media mensual mes mas cálido(mayo)	24.80°C
Evaporación media mensual	
Mes más frío(diciembre)	128.40 mm
Mes más cálido(mayo)	134.03 mm
Precipitación media mensual	
Mes mas frío (diciembre)	9.70 mm
Mes mas cálido (mayo)	43.00 mm
Infiltración por dia	5.00 mm/dia

E L E V A C I O N E S

CONCEPTO	Tanque No. 1, m.s.n.m.	Tanque No. 2 m.s.n.m.
N.mx.c.- Nivel máximo de la cresta	630.58	629.08
N.mn.c.- Nivel mínimo de la cresta	630.38	628.88
N.C.- Nivel de Corona	631.50	630.00
N.M.O.- Nivel máximo de Operación	630.60	629.10
N.Mi.O.- Nivel mínimo de Operación	630.40	628.00
N.F.- Nivel de fondo	628.80	627.50
Tirante máximo(en metros)	1.80	1.60
Tirante mínimo (en metros)	1.60	1.40



CUAUHEMOC, COL. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
Tanques Naturales de Estabilizacion CONJUNTO FUNCIONAL
PLANTA ESCALA 1:75

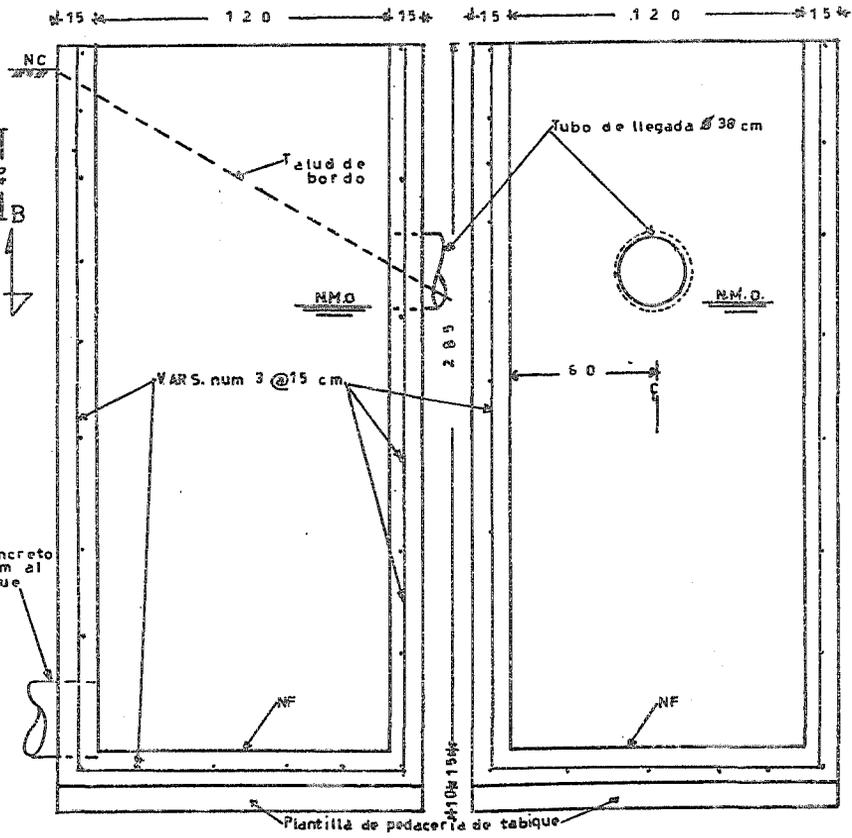


PLANTA

CAJA DE ENTRADA
ESCALA 1:20
acotaciones en cm.

CORTE A-A

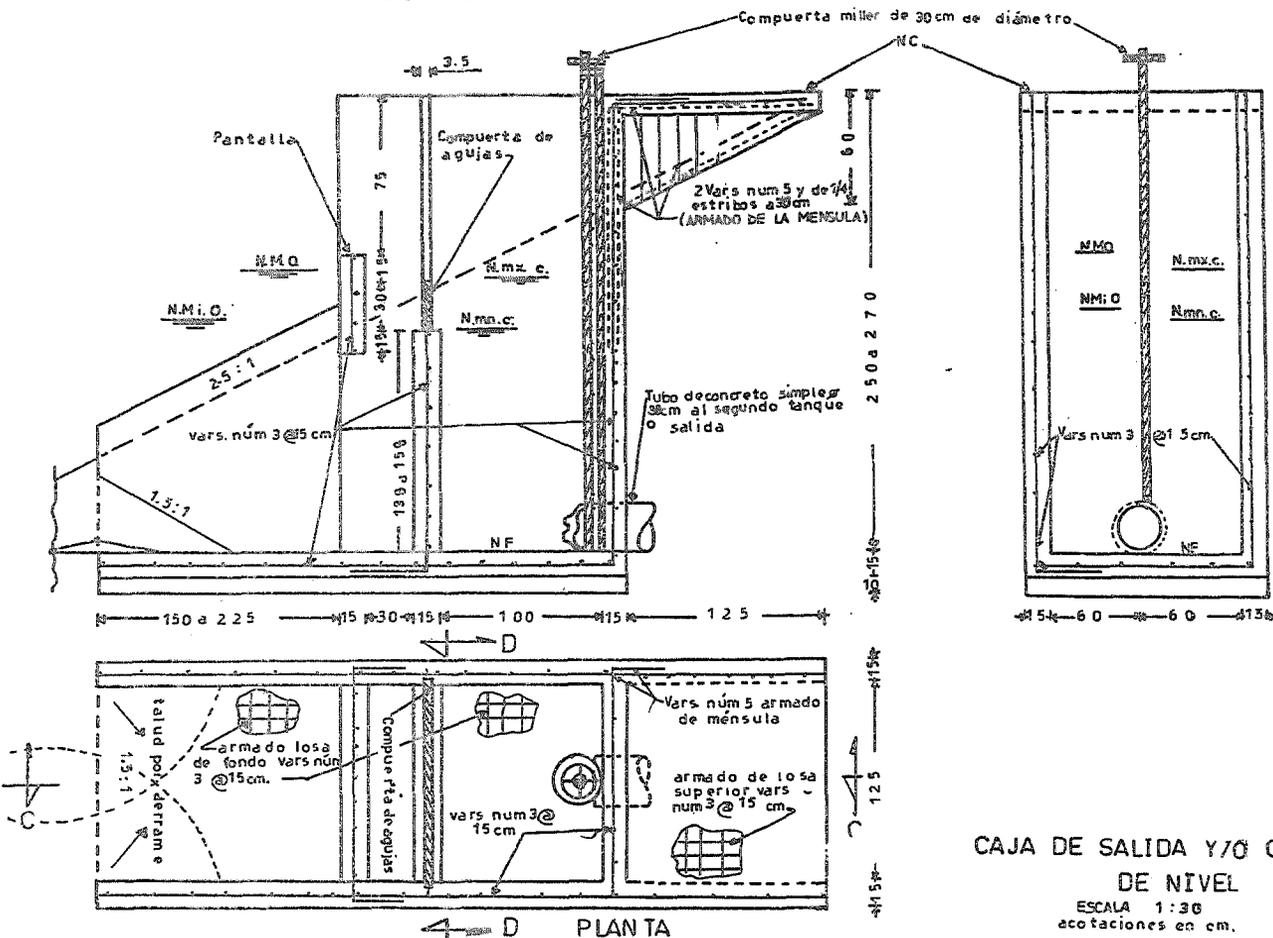
CORTE B-B



Plantilla de pedacera de tabique

CORTE C-C

CORTE D-D



CAPITULO No IV

PRESUPUESTO DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS
CON EL SISTEMA APLICADO

La elaboración del presupuesto del sistema de tratamiento de agua residual de la Ciudad de "Cuauhtémoc, Col.;" se efectua en base a perfiles topográficos de donde se proyecta realizar la obra, obteniendose asi las cantidades de materiales y conceptos necesarios para su construcción.

Los precios unitarios autorizados se tomaron del catálogo de Precios Unitarios, emitido por la Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras -- Publicas correspondiente a el año de 1983. (Actualmente S.E.DU.E.)

Los perfiles correspondientes se encuentran en conjunto con las cantidades de obra, de cada una de las estructuras integrantes del sistema de Tratamiento.

El monto de las estructuras complementarias es:

Caja de Entrada	1 Pza.	\$ 39,569.20
Caja de Salida	1 Pza.	\$ 63,879.35
Caja de Cambio de Nivel	1 Pza.	\$ 63,879.35
Total	3 Pza	\$ 178,057.90

El monto de las unidades propias del tratamiento y demás factores -- constituyentes del sistema es:

Total \$ 2,743,685.10

Siendo el importe total del sistema de tratamiento la cantidad de:

Gran total \$ 3,709,284.84

PRESUPUESTO PARA LA REALIZACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS
RESIDUALES DE LA POBLACION DE "CUAUHTEMOC, COL."
SISTEMA DE TRATAMIENTO LAGUNAS NATURALES DE ESTABILIZACION.- CAJA DE ENTRADA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	IMPORTE \$
Excavación a mano para des- plante de estructuras en - -material A, en seco hasta 3.00 mt de profundidad.	m3	15.00	170.10	2,551.50
Plantilla apisonada con pe- dacería de tabique y mort- -ro cemento arena 1 : 5	m3	00.40	687.00	4.80
Relleno de zanjas con mate- riales A y/o B, apisonado- y compactado con agua en - capas de 20 cm de espesor.	m3	9.60	189.50	1,819.20
Cimbra de madera para aca- bados no aparentes en muro -hasta 5 mt de altura, cos- to pie tablón hasta de \$10	m2	35.00	455.80	15,953.00
Fabricación y colado de --- concreto simple, vibrado y curado con membrana de - - f'c= 150 Kg/cm2.	m3	2.65	3,165.70	8,389.10
Suministro y colocación de fierro de refuerzo $F_s=2000$ kilogramos/cm2.	Kg	208.00	45.80	9,506.40
Impermeabilización de tan- ques de concreto con aditi- vo integral Sikalite o si- -milar, por cada m3 de con- creto impermeabilizado.	m3	2.65	235.90	625.20
SUMA				39,569.20

PRESUPUESTO PARA LA REALIZACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS
RESIDUALES DE LA POBLACION DE "CUAUHTEMOC, COL."

SISTEMA DE TRATAMIENTO LAGUNAS NATURALES DE ESTABILIZACION.- CAJA DE SALIDA
Y CAMBIO DE NIVEL

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	IMPORTE \$
Excavación a mano para des- plante de estructuras en - material A, en seco hasta 3 metros de profundidad.	m3	17.50	170.10	2,976.75
Plantilla apisonada con pe- dacería de tabique y morte- ro cemento arena 1 : 5	m3	00.80	687.00	549.60
Relleno de zanjas con mate- riales A y/o B, apisonado- y compactado con agua en - -capas de 20 cm de espesor	m3	9.50	189.50	1,800.25
Cimbra de madera para aca- bados no aparentes en muro hasta de 5.00 mt de altura costo pie tablón hasta \$7.	m2	45.00	455.80	20,511.00
Fabricación y colado de -- concreto simple, vibrado y curado con membrana de -- f'c = 150 Kg/cm2.	m3	4.20	3,165.70	13,295.95
Suministro y colocación de fierro de refuerzo fs=2000 ki logramos/ cm2	Kg	275.00	45.80	12,595.00
Impermeabilización de tan- ques de concreto con aditi- vo integral Sikalite o si- milar, por cad m3 de concre- to impermeabilizado.	m3	4.20	235.90	990.80
Suministro e instalación - de compuerta Miller de 30- centímetros de diámetro.	Pza	1.00	9,900.00	9,900.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	IMPORTE \$
Suministro e instalación - de compuerta de madera - - creosata de 1.25 X 0.17 X 0.025 metros.	Pza	1.00	1,260.00	1,260.00
SUMA				63,879.35

PRESUPUESTO PARA LA REALIZACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA POBLACION DE "CUAUHTEMOC, COL."

SISTEMA DE TRATAMIENTO LAGUNAS NATURALES DE ESTABILIZACION.- PRESUPUESTO GENERAL.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	IMPORTE \$
Limpieza y trazo del terreno	Ha	3.42	27,000.00	71,820.00
Despalme ne la base de tanques y acarreo del material a una distancia máxima de -- 200 metros.	m3	7,751.00	90.00	697,590.00
Excavación a máquina y formación de bordos compactados al 90 % de la prueba proctor con el material producto de la excavación adyacente; compactando en capas de 20 cm de espesor y adicionando la humedad necesaria, y afine de terracería.	m3	29,925.00	64.75	1'937,643.80
Suministro e instalación de tubería de concreto simple para alcantarillado de 30 mm de diámetro.	mt	154.00	279.20	42,996.80
Pozo de visita tipo común hasta 3 mt de profundidad.	Pza	1.00	12,668.25	12,668.25
Cerca de alambre de púas calibre No. 12.5 en 4 hilos y postes precolados de concreto de 2.1 X 0.2 X 0.1 metros, reforzados con 4 diámetros de 9.52 milímetros y separados a cada 3 metros.	mt	740.00	217.60	161,024.00
Caja de entrada.	Pza	1.00	39,569.20	39,569.20

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	IMPORTE \$
Caja de salida y/o cambio de nivel.	Pza	2.00	63,879.35	127,758.70
SUMA				3'091,070.70
Imprevistos 20 %				618,214.14
Total del importe de obra.				3'709,284.84

La obra representa una inversión de tres millones setecientos nueve mil cuatrocientos ochenta y cuatro pesos y 84/100.

CANTIDADES DE OBRA PARA LA REALIZACION
 DE LA OBRA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NE-
 -GRAS DE CUAUHEMOC, COL.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Limpieza del terreno	Ha.	3.42
Despalme	m3	7,751.00
-Excavación	m3	29,918.00
Terraplén	m3	29,925.00
Caja de entrada	Pza	1.00
Caja de entrada o de cambio de nivel	Pza	2.00
Compuerta miller de 30 cm de diámetro.	Pza	3.00
Tubería de concreto simple de 30 cm de diámetro.	mt	54.00
Alambre de púas para cerca de 4 hilos.	mt	2,960.00
Postes precolados cada 3 metros.	Pza	247.00

Notas:- La obra deberá realizarse en una sola etapa de construcción.

Los terraplenes se construirán con material producto de la excavación, efectuando la liga con el terreno después de su limpieza por medio de escarificación.

La compactación de los bordos se realizará al 90 % de la prueba proctor con rodillos y adicionando la humedad necesaria.

Los volúmenes de terracería se estimaron de forma global de acuerdo a las condiciones funcionables del proyecto.

El acero de refuerzo necesario será de varilla corrugada de fs= 2000 kilogramos/cm². Los materiales y la mano de obra se sujetarán a las especificaciones de la S.E.D.U.E.

Se recomienda efectuar una limpieza periódica al año en el sistema, - dependiendo de las condiciones prevalecientes, a fin de evitar la acumulación de sedimentos y obstrucciones.

Las acotaciones y elevaciones de los esquemas se encuentran en metros excepto las anotadas en otras unidades.

NT 631.70

B O R D O I

NC 631.50

Tanque núm 1

NMO 630.60

NMI 630.40

ESCALA: HORZ 1:100
VERT 1:50

Anotaciones y elevaciones en mts:

NF 628.80

1.3 1.0 3.00 6.75

B O R D O 2

NC 631.50

Tanque núm 2

Tanque núm 1

2.5:1

2.5:1

NMO

NMI 0

NT 629.00

NF

ESCALA:
HORZ 1:125
VERT 1:75

NMI 628.90

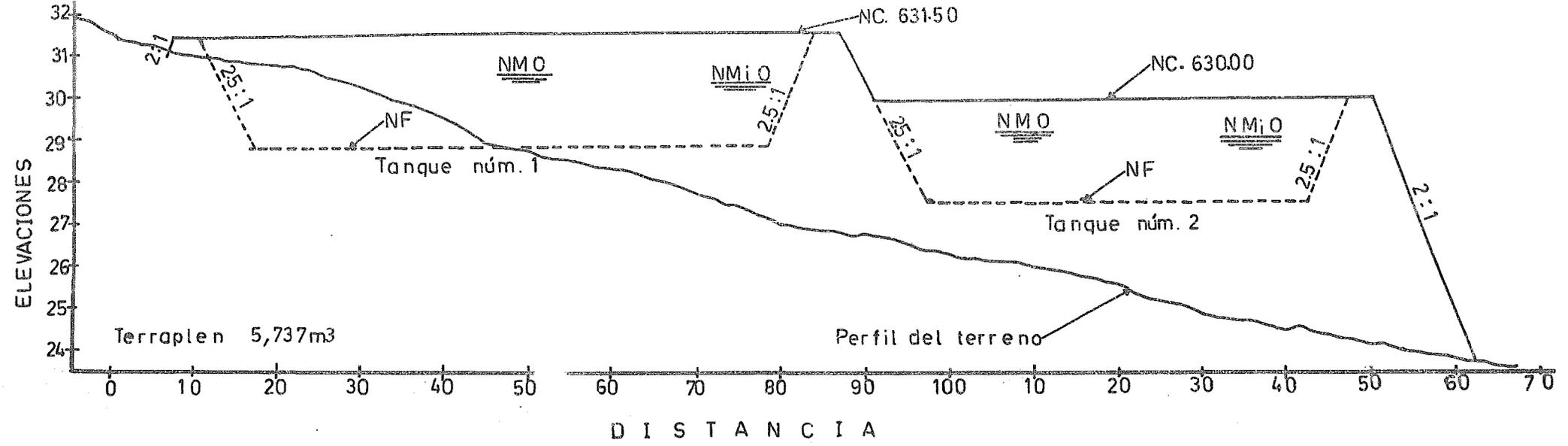
NMO 629.10

NT 628

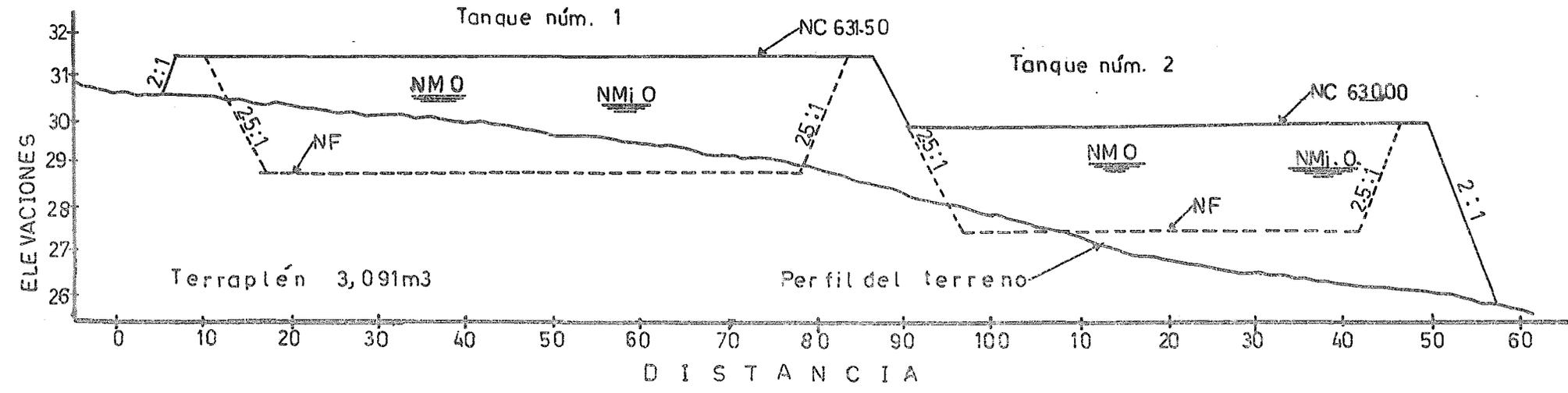
NF 627.50

10.00 3.00 6.75

CORTE POR EL EJE DEL BORDO 4

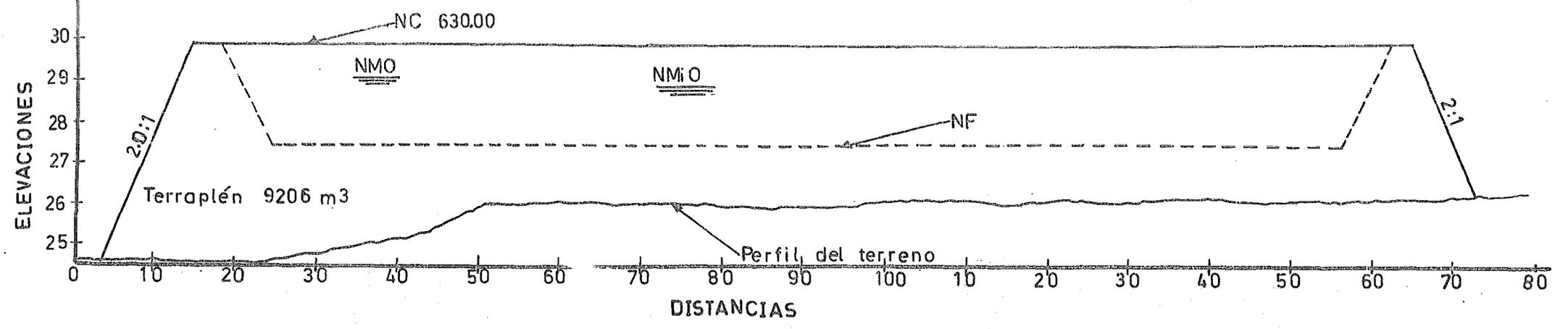


CORTE POR EL EJE DEL BORDO 5

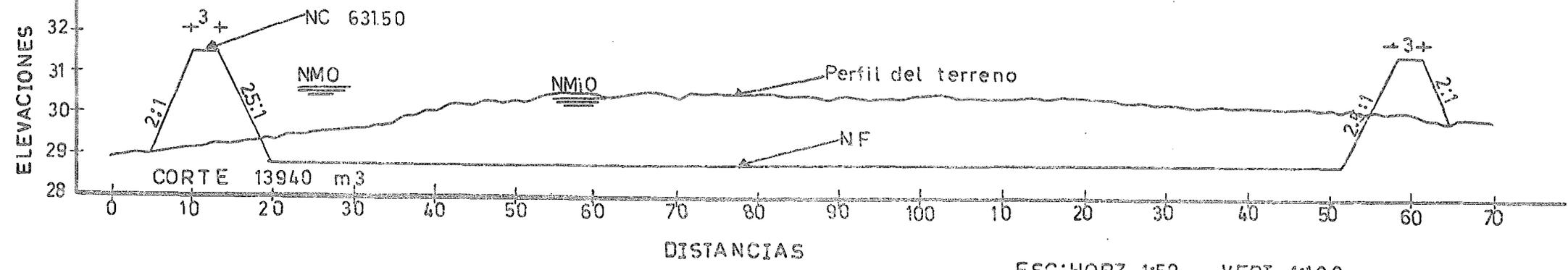


ESCALA HORZ. 1:50 VERT. 1:100

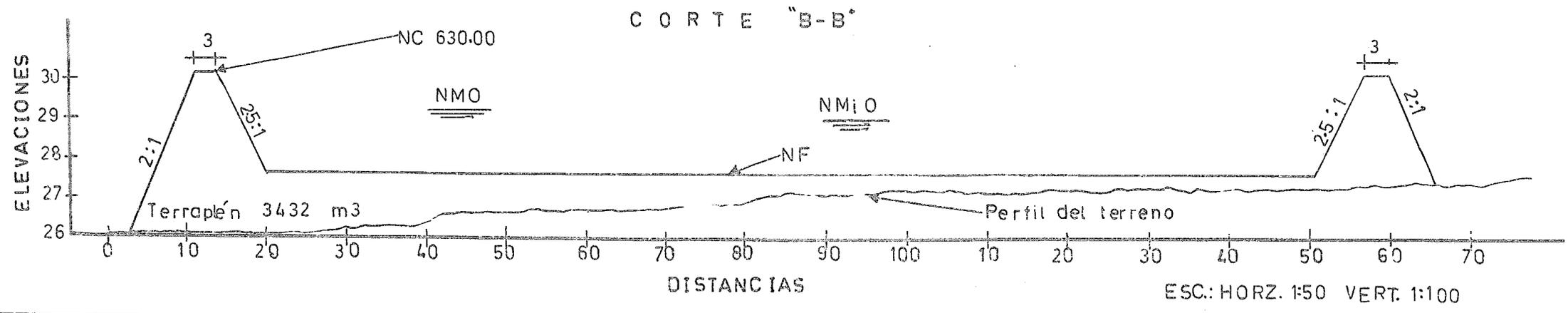
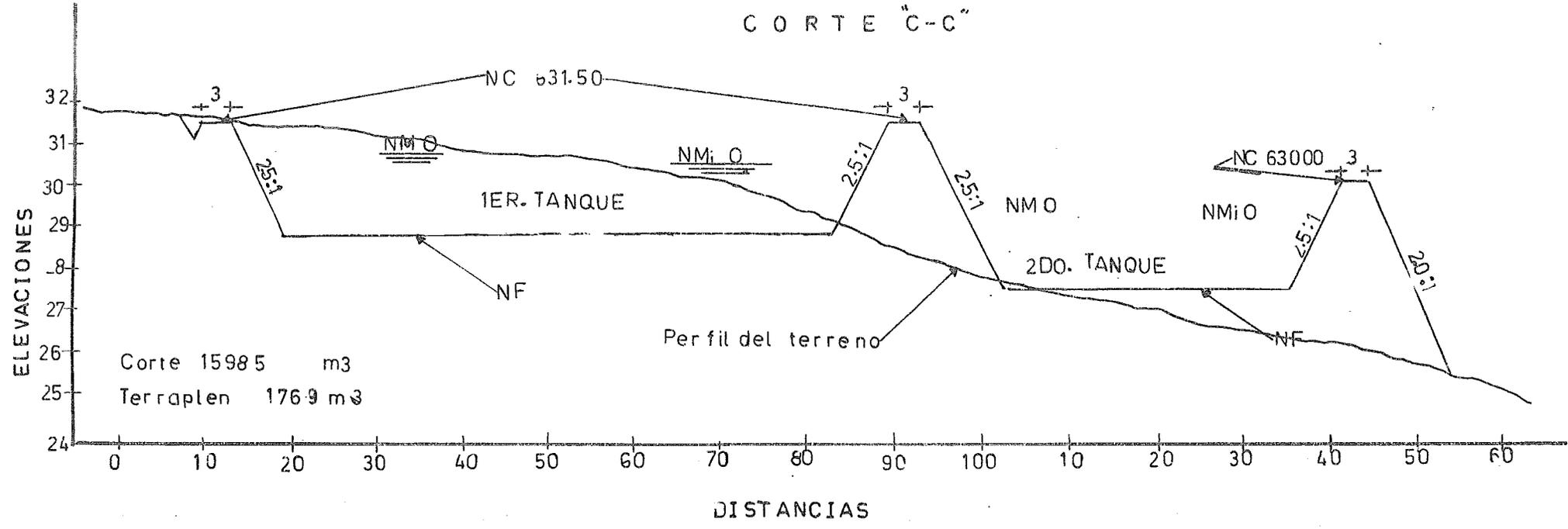
CORTE POR EL EJE DEL BORDO 3



CORTE "A-A"

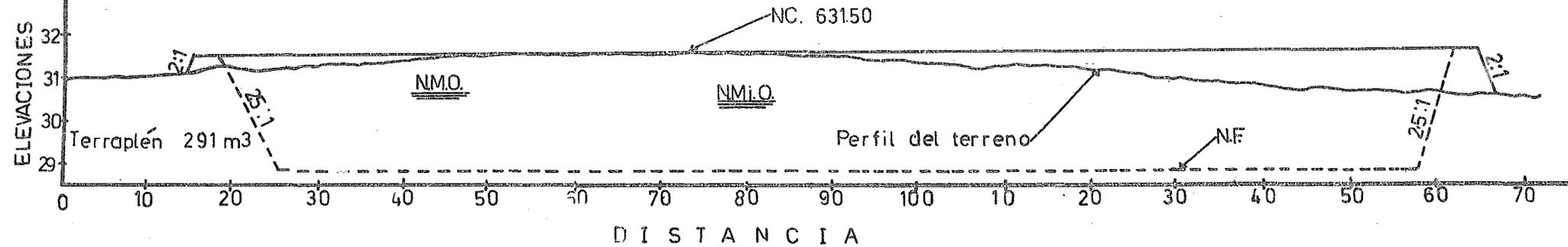


ESC.:HORZ. 1:50 VERT. 1:100

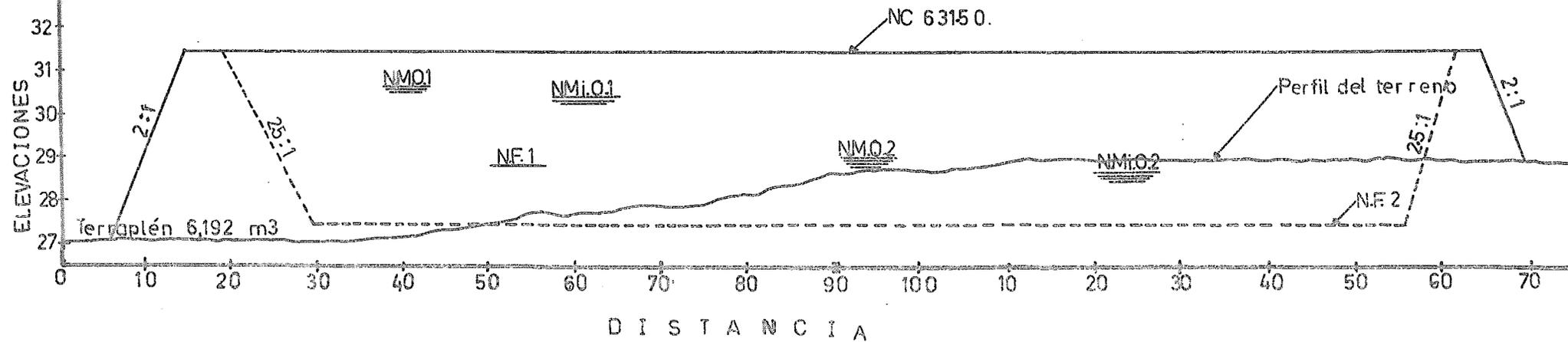


ESC.: HORZ. 1:50 VERT. 1:100

CORTE POR EL EJE DEL BORDO 1



CORTE POR EL EJE DEL BORDO 2 (común ambos tanques)



ESCALA.: HORZ. 1:50 VERT. 1:100

B O R D O 5

Tanque n°m 1

NC 631.50

NMIO 630.40

NMO 63060

2.5:1

2:1

NT 629.95

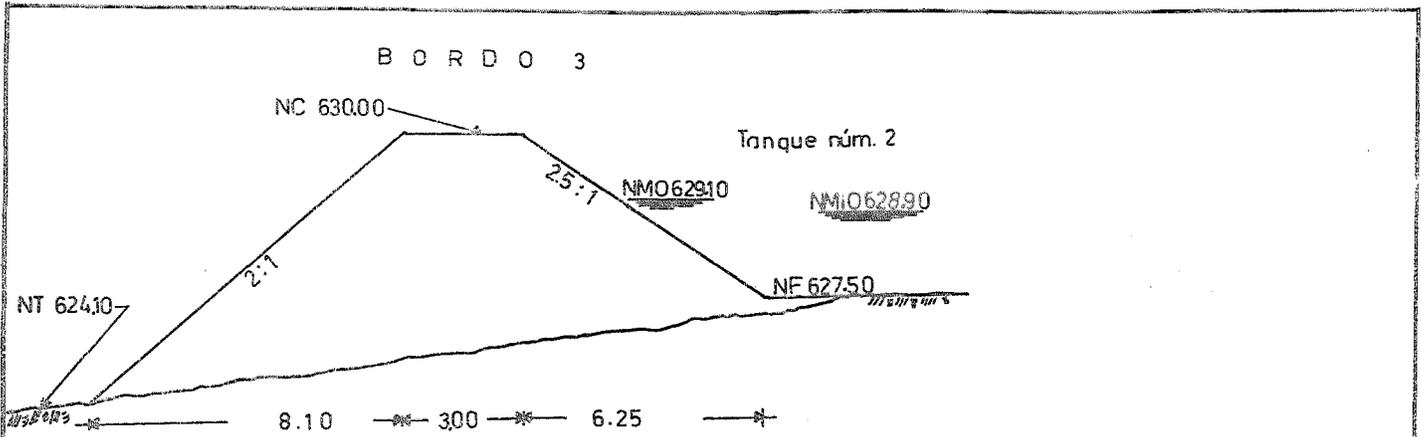
NF 628.80

6.75 3.00 3.25

ESCALA HORZ 1:75
VERT 1:50

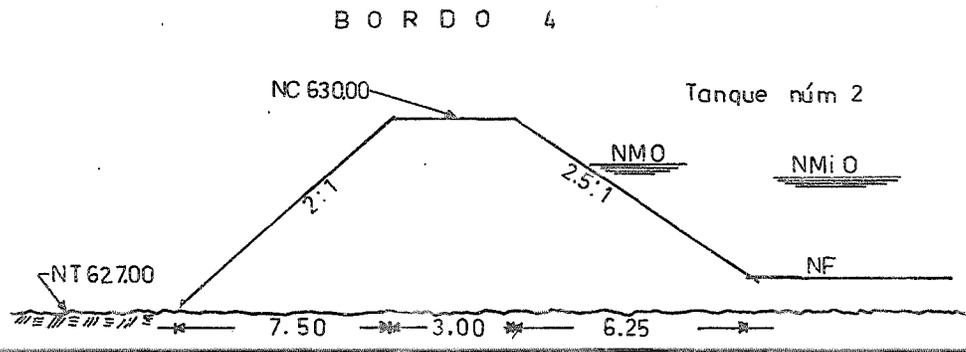
Acotaciones y elevaciones en mts.

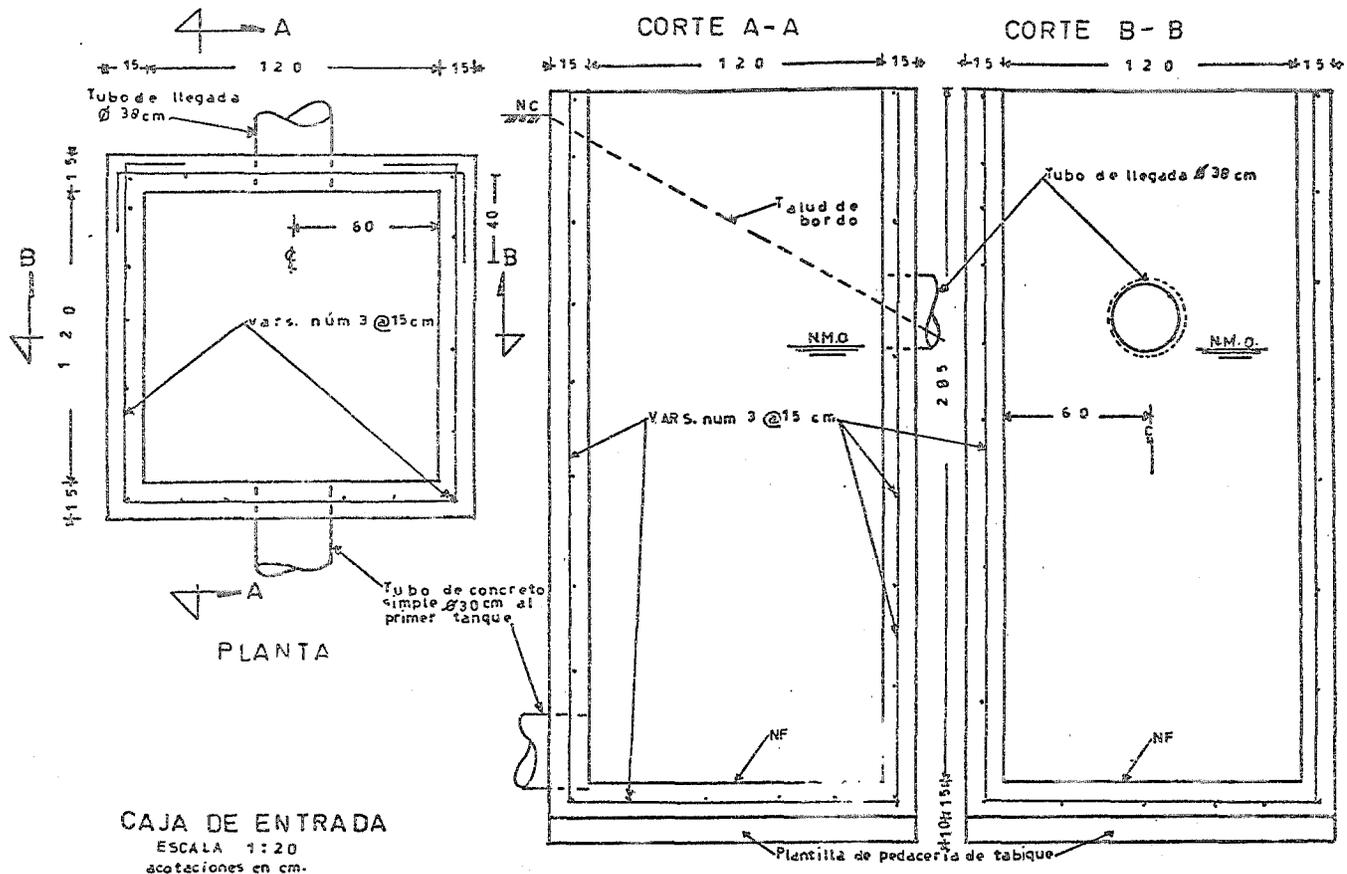
SECCIONES DE BORDOS



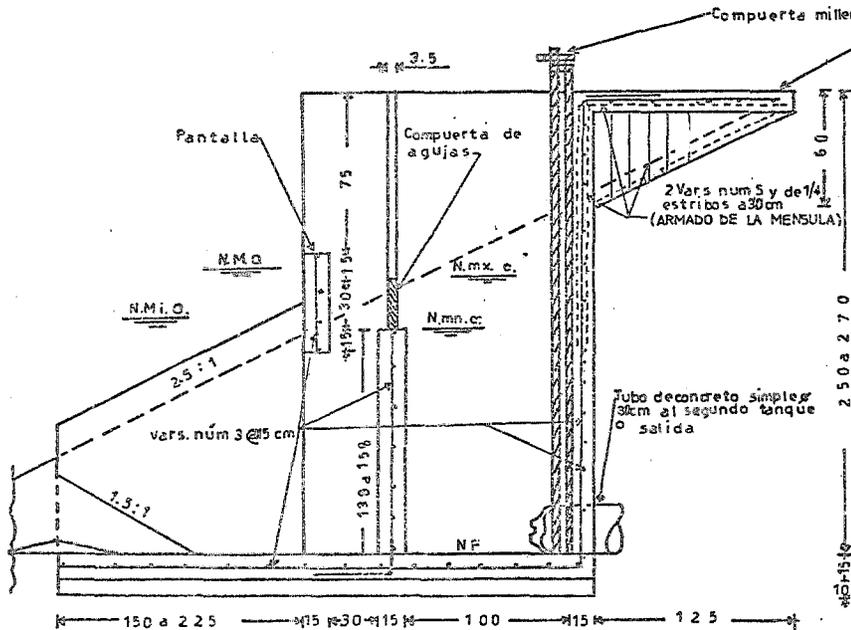
ESCALA: HORZ 1:125
 VERT 1:75

Acotaciones y elevaciones
 en mtrs.

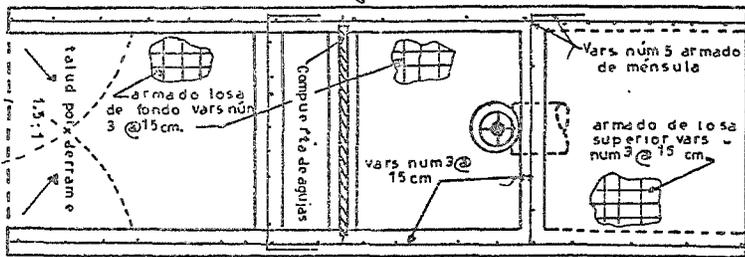
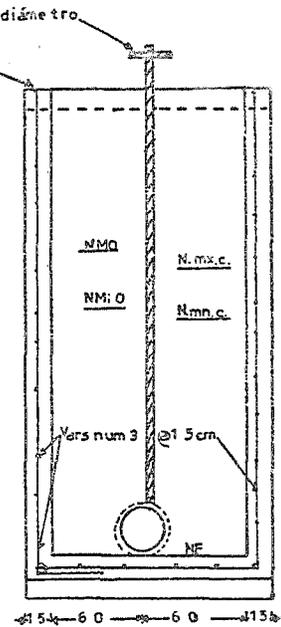




CORTE C-C



CORTE D-D



PLANTA

CAJA DE SALIDA Y/O CAMBIO
DE NIVEL

ESCALA 1:30
cotaciones en cm.

E L E V A C I O N E S

CONCEPTO	Tanque No. 1	Tanque No. 2
	m.s.n.m	m.s.n.m.
N.mx.c.- Nivel máximo de la cresta	630.58	629.08
N.mn.c.- Nivel mínimo de la cresta	630.38	628.88
N.C.- Nivel de Corona	631.50	630.00
N.M.O.- Nivel máximo de Operación	630.60	629.10
N.Mi.O.- Nivel mínimo de Operación	630.40	628.90
N.F.- Nivel de fondo	628.80	627.50
Tirante máximo(en metros)	1.80	1.60
Tirante mínimo (en metros)	1.60	1.40

CANTIDADES DE MATERIAL DE LAS CAJAS DE ENTRADA , SALIDA Y/O CAMBIO DE NIVEL

CONCEPTO	CAJA DE ENTRADA				CAJA DE SALIDA Y/O CAMBIO DE NIVEL				TOTAL.
	h(mt)	1.60	1.80	2.10	2.40	1.60	1.80	2.10	
Excavación(m3)	13.10	15.00	16.90	18.80	14.40	17.50	20.60	23.70	46.90
Plantilla(m3)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.70	0.80	0.90	1.00	1.90
Relleno (m3)	8.40	9.60	10.80	12.00	7.90	9.50	11.10	12.20	27.00
Cimbra (m2)	31.00	35.00	39.00	43.00	42.00	45.00	48.00	51.00	122.00
Concreto (m3)	2.40	2.65	2.90	3.15	4.00	4.20	4.40	4.60	10.85
Fierro (Kg)	1.90	2.08	2.26	2.44	2.60	2.75	2.90	3.05	74.43
-Longitud del alero en metros.					1.50	2.25	3.00	3.75	

Nota.- h, es el tirante máximo del agua en el tanque. La altura total considerando terraplenes es el -
tirante máximo más 0.90 metros. y la altura total en muros es el tirante máximo más 0.60 metros.

CAJAS DE ENTRADA, DE CAMBIO DE
NIVEL Y/O DE SALIDA .

Las cajas de entrada, cambio de nivel y/o de salida son estructuras -
auxiliares en los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Notas.-

- Para todas las obras complementarias como los son estas cajas considera--
das tipo, la dosificación del concreto deberá tener una resistencia de - --
 $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ y revenimiento de 8 a 10 cm. El concreto deberá ser vibra--
do y curado.
- El acero de refuerzo será de varilla corrugada con $f_s = 2000 \text{ Kg/cm}^2$.
- Todas las estructuras llevarán impermeabilizante integral Sikalite o simi--
lar.
- Los materiales a utilizarse y la mano de obra necesaria se sujetarán a --
las especificaciones de la Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología.
- Se recomienda la limpieza periódica de las estructuras, con objeto de evi--
tar obstrucciones por la acumulación de sedimentos. Esta limpieza se efec--
tuará dependiendo de las condiciones del sistema prevaecientes.
- En el fondo de los tanques y en el sitio de descarga de tuberías se dis--
pondrá un plato de concreto simple con diámetro de 2 metros y 10 cm de espe--
a fin de evitar la erosión con la descarga del flujo.
- Las acotaciones se encuentran en centímetros, excepto las indicadas en --
otra unidad.
- El desplante de las cajas se efectuará sobre una plantilla de pedacería de
tabique con espesor de 10 cm.
- El acero de refuerzo en muros y loza de las cajas, estar--a colocado al --
centro de la sección, y el anclaje será equivalente a 4.2 veces el diámetro
del refuerzo.
- Se colocará un refuerzo adicional en orificios de tuberías de llegada y -
salida con 2 varillas del No. 4 por cada lado; y brazos de anclaje de 60 -
cent--ímetros, en ambos extremos por lado.

CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se puede concluir la necesidad de someter todo tipo de agua residual a tratamiento con objeto de reducir el grado de contaminación de las mismas, inclusive el volverlas a utilizar en alguna actividad, cumpliendo con las disposiciones de calidad de agua asentadas en normas para la prevención y control de contaminación de aguas y ambiental, en el reglamento en materia de agua.

El tratamiento se puede efectuar por medio de alguno de los sistemas enunciados o de cualquier otro que cumpla las consideraciones reglamentarias, pues día a día la necesidad de agua potable es mayor y las aguas residuales ya depuradas, pueden canalizarse a diversos usos tales como el riego de cultivos que no sean hortalizas o el riego de parques y jardines públicos entre otros. Y así dedicar toda la producción de agua potable al consumo humano y al sector de la Industria Alimenticia.

El tratamiento de Estabilización Natural en sus diversas modalidades es uno de los más económicos y sencillos en cuanto a construcción y funcionalidad.

Esto siempre y cuando se tenga disposición de terreno en superficie y precio, así como que la topografía del lugar para la obra sea propicia, ya que si dichos elementos son favorables el costo del sistema no es muy costoso pues no se requerirá de equipo electromecánico de ninguna especie.

Su funcionalidad y vida útil radica en el mantenimiento que se le da al sistema, sobre todo el preventivo. No se requiere de mucho personal ni de equipo sofisticado para su buen funcionamiento.

B I B L I O G R A F I A

HIDRAULICA GENERAL
ING. SAMUEL TRUEBA CORONEL
EDITORIAL CECSA MEXICO 1980

ABASTECIMIENTO DE AGUA Y REMOCION DE AGUAS RESIDUALES
FAIR, GEYER Y OKKUM
EDITORIAL LIMUSA MEXICO 1980

ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS
BABITT Y BAUMAN
-EDITORIAL CECSA MEXICO 1977

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
NORDEL ESSEL
EDITORIAL CECSA MEXICO 1979

TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS TOMO I, II y III
SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS
SAHOP MEXICO, 1979,1980

PROYECTOS DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS
DEPTOS. AGUA POTABLE Y ALCANTARILLA.- SAHOP MEXICO 1979,1980

OBRAS PARA EL APROVECHAMIENTO HIDRAULICO
SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS
SAHOP MEXICO 1979

TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS
HERMAN GLOYNA

CATALOGO DE PRECIO UNITARIOS
SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS
D.G.S.A.P.A.C.U. SAHOP MEXICO 1983