

24  
2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales

" ARAGON "

PROYECTO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
POR PROCESOS BIOLÓGICOS EN SAN NICOLAS  
TERRENATE, MUNICIPIO DE TERRENATE, TLAXCALA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A:

JOSE LEONARDO JIMENEZ CORTES.

ASESOR: ING. MANUEL MARTINEZ ORTIZ.

ENEP

ARAGON SAN JUAN DE ARAGON, EDO. DE MEXICO

1994.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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 está 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  
AVENIDA DE  
MEXICO

JOSE LEONARDO JIMENEZ CORTES  
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 20 de octubre del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. MANUEL MARTINEZ ORTIZ, pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado "PROYECTO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR PROCESOS BIOLÓGICOS EN SAN NICOLAS TERRENATE, MUNICIPIO DE TERRENATE, TLAECALA", con fundamento en el punto 6 y siguientes del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, Edo. Méx., Octubre 27, 1994.  
EL DIRECTOR

M en I CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO

c c p Lic. Alberto Ibarra Rosas, Jefe de la Unidad Académica  
c c p Ing. Daniel Velázquez Vázquez, Jefe de Carrera de Ingeniería Civil.  
c c p Ing. Manuel Martínez Ortiz, Asesor de Tesis,

CCNC'AIR'eom.

Con cariño a mi esposa Natalia,  
por su apoyo y comprensión.

A mis hijos

Luis Alberto

Leonardo

Roberto Carlos

con el amor que se merecen.

Al recuerdo de mi madre, Julia

Gracias por sus bendiciones

A mi Padre , Marcelino

Por sus muestras siempre

de apoyo y aliento.

A mis Hermanos

David

Arturo

Jaime

con el respeto que se merecen

A mis maestros y compañeros  
de la ENEP ARAGON.

En especial a:

El Ing. MANUEL MARTINEZ ORTIZ

por la asesoría en la realiza

ción de este trabajo.

A la Universidad Nacional

Autónoma de México

## CONTENIDO

Pag.

### OBJETIVO

	INTRODUCCION.	6
1.	ESTUDIOS PRELIMINARES.	15
1.1.	DESCRIPCION DEL MEDIO FISICO	15
1.1.1.	EL ESTADO DE TLAXCALA	15
1.1.2.	EL MUNICIPIO DE SAN NICOLAS TERRENATE	22
1.2.	ASPECTOS SOCIO ECONOMICOS	25
1.2.1.	EL ESTADO DE TLAXCALA	25
1.2.2.	EL MUNICIPIO DE SAN NICOLAS TERRENATE	31
2.	ANALISIS FISICOQUIMICOS.	36
2.1.	OPERACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO A BASE DE ESTANQUES DE ESTABILIZACION.	37
2.1.1.	DESCRIPCION DE UN TANQUE DE ESTABILIZACION	37
2.1.2.	CLASIFICACION DE LOS ESTANQUES	38

2.1.3.	APLICACION	38
2.1.4.	PRETRATAMIENTO. COMPONENTES Y FUNCIONES.	42
3.	DESARROLLO DEL PROYECTO	49
3.1.	RECOPIACION DE INFORMACION.	49
3.1.1.	ESTUDIO DE LA POBLACION.	49
3.1.2.	CALCULO DE LOS GASTOS.	50
3.1.3.	REVISION DE CARGAS CONTAMINANTES.	52
3.1.4.	DATOS DEL PROYECTO.	54
3.2.	CALCULO DEL PROYECTO.	55
3.2.1.	FORMULAS DEL DISEÑO.	55
3.2.2.	CALCULO DE LOS ESTANQUES.	56
3.2.3.	CARGAS BIOLÓGICAS DEL INFLUENTE Y EFLUENTE.	56
3.2.4.	RETENCION EN LOS TANQUES.	61
3.2.5.	AREA REQUERIDA Y CAPACIDAD DEL TRATAMIENTO.	61
3.2.6.	RESUMEN Y REVISION DEL TRATAMIENTO.	64
3.3.	CALCULO DE LOS ESTANQUES FACULTATIVOS.	67
3.3.1.	APORTACION DE AGUAS NEGRAS	67
3.3.2.	EVAPORACION.	67
3.3.3.	PRECIPITACION PLUVIAL.	68

3.3.4.	INFILTRACION.	68
3.3.5.	EFLUENTE DEL ESTANQUE.	68
3.3.6.	TIEMPO DE RETENCION.	68
3.3.7.	CARGAS BIOLÓGICAS DEL INFLUENTE Y EFLUENTE.	69
3.3.8.	EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO.	69
3.3.9.	CONCENTRACION DEL EFLUENTE.	69
3.3.10.	CARGA SUPERFICIAL.	70
4.	CONCLUSIONES.	81
4.1.	DIAGNOSTICO DE OPERACION DEL SISTEMA.	81
4.1.1.	CENSO DE USUARIOS.	81
4.1.2.	COSTUMBRES HIGIENICAS DE LA POBLACION.	81
4.1.3.	CONDICIONES EN LA QUE SE ENCUENTRA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.	81
4.2.	ACCIONES CORRECTIVAS.	82
4.2.1.	TRABAJO SOCIAL.	82
4.2.2.	MANUAL MINIMO DE OPERACION EN LOS TANQUES DE ESTABILIZACION.	82
	BIBLIOGRAFIA.	87
	ANEXO 1. GLOSARIO	88

**O B J E T I V O :**

1.- Que el presente trabajo, sirva de consulta a los alumnos interesados en resolver problemas de contaminación ambiental, causada por aguas residuales domésticas, en el Estado de Tlaxcala.

2.- Determinar el tratamiento que resuelva satisfactoriamente el problema de la contaminación del agua, con las características simultáneas de una construcción de bajo costo y que su operación no requiera personal especializado.

3.- Que las aguas residuales contaminantes, dadas las condiciones de aridez de la zona despues de su tratamiento puedan ser utilizadas en la agricultura como riego.

4.- Aportar normas mínimas de operación en las áreas de tratamiento similares al caso tratado.

## 1 INTRODUCCION

1.1 Los estanques de estabilización han sido utilizados desde hace siglos. Para el tratamiento de aguas residuales de origen orgánico, aun cuando no existían bases teóricas para su dimensionamiento y operación.

Uno de los primeros estanques fue construido en 1901, en la ciudad de San Antonio Texas, el cual tenía 275 hectáreas de superficie y una profundidad media de 1.40 metros aproximadamente; este estanque mejor conocido con el nombre de MITCHELL LAKE, se encuentra en servicio hoy en día. Debido al éxito que se obtuvo con este estanque experimental, se empezaron a construir en las ciudades de Texas, California, Dakota del norte y otras zonas de los Estados Unidos.

Se hace notar que estas dos últimas décadas se ha tomado un verdadero interés para desarrollar los criterios de diseño, que tienen como base volúmenes, cantidades adecuadas de carga orgánica y periodos de retención.

Para obtener una mejor eficiencia de un estanque de estabilización, es necesario que el ingeniero encargado del proyecto tenga una información básica de las características de las aguas residuales y de los principios de la estabilización biológica.

Los contaminantes que existen en las aguas residuales pueden dividirse en biodegradables y no biodegradables. Ciertos contaminantes, por ejemplo los orgánicos, no se degradan biológicamente y una vez que entran en aguas receptoras pueden diluirse aunque no se reducen necesariamente en cantidad.

Otros contaminantes experimentan modificaciones por la acción de factores biológicos, físicos, químicos y a consecuencia de estas modificaciones pueden convertirse en sustancias inofensivas, de igual modo algunas aguas de origen industrial pueden transformarse en efluentes estables.

Las sustancias y microorganismos presentes en las aguas residuales pueden ser: A) Agentes infecciosos B) Residuos con demanda de oxígeno C) Nutrientes de plantas d) Compuestos químicos orgánicos (con inclusión de muchos pigmentos), E) Productos químicos inorgánicos y sustancias minerales, F) Sedimentos, G) Sustancias radioactivas.

Las características de las aguas residuales son muy variables, en cuanto a tipo y volúmenes, esto se debe al abastecimiento de agua que puede ser eficiente o deficiente, a las costumbres y a las condiciones climatológicas de la población en estudio.

En la mayoría de los casos no se cuenta con los datos suficientes para desarrollar los proyectos, por lo que es recomendable tomar los parámetros ya establecidos en poblaciones aledañas, que tenga condiciones similares, no por esto se tomaran datos a la ligera.

De igual forma se pondrá mayor interés al estudio de las aguas residuales domésticas ya que son el tipo de aguas que trataremos principalmente con este tipo de estanques.

Las aguas residuales domésticas se pueden dividir en: Proteínas, Hidratos de Carbono y Grasas. Las proteínas que constituyen el 40% al 50% de la materia orgánica, son complejos de aminoácidos y proporcionan la mayor parte de los nutrientes bacterianos, aproximadamente de un 50% a 60% de las proteínas se encuentran en la fracción disuelta de las aguas residuales domésticas y de un 20% a un 30% en la fracción sedimentaria. Los hidratos de carbono están constituidos por almidones y azúcares fácilmente degradables y también por celulosa que se degrada con menos facilidad, los porcentajes de hidratos de carbono que se encuentran en forma disuelta y sedimentable, son semejantes a los de las proteínas. Las grasas con inclusión de los ácidos grasos, no suelen ser muy solubles y se degradan más lentamente.

Ya habiendo obtenido la información básica de las características de las aguas residuales, pasaremos a los principios de la estabilización biológica.

La finalidad del diseño de un estanque de estabilización de aguas residuales, es llevar a cabo un tratamiento biológico.

En los estanques de estabilización se presentan 2 procesos biológicos, uno en la parte superficial denominado aerobio y otro en el fondo llamado anaerobio, el lodo producto de la sedimentación es constituido por el material celular derivado de la fotosíntesis por restos descompuestos de plantas (protozoarios y bacterias).

A continuación explicaremos mas ampliamente, como funcionan los procesos aerobios, anaerobios y el proceso facultativo que es una combinación de los dos anteriores.

PROCESO ANAEROBIO. - Es aquel que trabaja como digestor y no requiere de oxígeno disuelto, ya que las bacterias anaerobias descomponen los residuos orgánicos.

Tanto el proceso anaerobio como el aerobio, convierten al carbón, al nitrógeno, al fósforo y otros nutrientes en protoplasma celular.

En el proceso anaerobio tambien se requiere de oxígeno, pero este se obtiene de reacciones químicas y no del oxígeno libre disuelto.

En la descomposición anaerobia los productos finales son muy complejos, las reacciones muy lentas y los productos pueden emitir eventualmente malos olores.

En los fangos y sedimentos de los fondos existe cierta actividad anaerobia, incluso en los estanques diseñados para funcionar como aerobios.

En los estanques profundos también es probable que un estrato líquido cercano al fondo, contenga organismos anaerobios.

Por último podemos decir que los mecanismos de descomposición anaerobia, son muy complejos y aun no están completamente aclarados.

PROCESO AEROBIO. - El proceso aerobio es aquel que trabaja por medio de bacterias aerobias, para desarrollar una transformación biológica.

En estos tipos de estanques para que las condiciones prevalezcan, se desarrolla un proceso de fotosíntesis, o sea una síntesis de los alimentos, que se produce en las células que contienen clorofila en presencia de luz solar.

Estos estanques tienen baja capacidad de depuración, es por eso que se requiere de grandes extensiones de terreno, tal es la razón por la cual no se construyen tan frecuentemente.

En el metabolismo aerobio de la materia orgánica, gran parte del carbono sirve de fuente de energía para los microorganismos y al ser respirado produce anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>).

Los microorganismos aerobios en su mayoría son bacterias, pero también hay hongos y protozoos, estos últimos microorganismos utilizan el carbono restante así como el fósforo y nitrógeno para formar nuevas células.

La cantidad de oxígeno requerido para estabilizar la materia orgánica de los residuos dependen de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) satisfecha durante el tratamiento, esta DBO representa el oxígeno que debe ser suministrado al estanque, por el proceso de la fotosíntesis transferida a través de la interface AIRE - AGUA, u obtenido de ciertos compuestos que contienen dicho elemento tales como son los nitratos, fosfatos y sulfatos.

Los microorganismos aerobios tienen la propiedad de sintetizar nuevos materiales celulares, a partir de los residuos que contienen compuestos orgánicos complejos. Parte de materia se utiliza para formar el protoplasma, mientras que otra parte de los residuos se degradan, dando lugar a otros compuestos de valor energético. El suministro de oxígeno debe ser continuo durante el proceso ya que dicho elemento actúa como receptor final del hidrógeno, durante la oxidación de la materia orgánica y de no haber oxígeno disponible la reacción se interrumpe.

PROCESO FACULTATIVO .- Este proceso se caracteriza porque en el se desarrollan los procesos anaerobios y aerobios simultáneamente; Por ejemplo en un estanque de considerable profundidad, de un tirante superior a los 2.50 metros, se llevaria a cabo el primero en el fondo, el segundo en la parte superior, realizandose el proceso en la zona central, siendo este propiamente una combinación de los dos, de los cuales los rangos mas comunes de profundidad que determinan tales procesos se presentan en la figura 1.

En la actualidad este proceso es el mas usual y los estanques de este tipo combinados o en serie con los anaerobios son con los que se obtiene mayor eficiencia.

En cuanto a su funcionamiento podemos decir que el proceso facultativo, obtiene su oxígeno principalmente de la actividad fotosintética de las algas bajo la influencia de la radiación solar, así mismo recibe oxígeno disuelto de la superficie.

En los estanques facultativos, el viento representa la principal fuente de la mezcla. La mezcla es un parámetro físico importante que afecta al crecimiento de las algas, ya que muchas de éstas no tienen movimiento propio y es necesario llevarlas a las zonas de penetración de la luz. La mezcla durante las horas de luz diurna, contribuye a la distribución de oxígeno disuelto, por lo que la reducción de la mezcla puede afectar a la reproducción de las algas, teniendo como consecuencia el desplazamiento y hasta el predominio de otras especies no necesarias para el proceso.

LOCALIZACION DEL TERRENO DEL TRATAMIENTO. - Se procedió a la ubicación del terreno, considerando que este representara las mejores condiciones para su construcción y para ello se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

A) Que el terreno para el tratamiento se ubique en la parte mas baja de la localidad, con la finalidad de que las aguas residuales por tratar lleguen por gravedad.

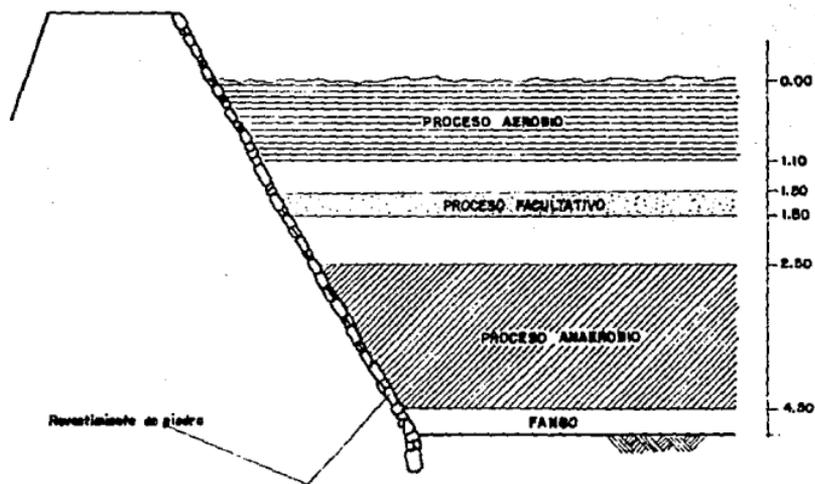
B) Que el terreno se encuentre por lo menos a unos 500 metros de la localidad.

C) Que los vientos dominantes sean en sentido contrario a la localidad, con el fin de evitar molestias a vecinos cercanos al tratamiento, debido a malos olores que presentan las aguas residuales.

Considerando lo anterior se obtuvo por donación un terreno de 2 hectáreas aproximadamente a 200m. del entronque a Toluca de Guadalupe casi frente a la Hacienda la Noria y cercano al pozo del agua potable.

Se realizó un levantamiento topográfico de la zona, el cual consistió en el trazo de una poligonal cerrada y nivelación del terreno, con curvas de nivel equidistantes a cada metro.

ESTUDIO GEOFISICO. - Se realizó un programa de exploraciones con métodos geofísicos para determinar el comportamiento del suelo. Cabe mencionar que dichos métodos son someros y se utilizan para grandes extensiones de terreno. Se determinó que el suelo en estudio era un limo arcilloso de cohesión media y con una resistencia aproximada de 3 kg/cm<sup>2</sup>.



**CORTE DE UN TANQUE DE ESTABILIZACION**

	<b>E. N. E. P. ARAGON</b>	
	FIGURA No. 1	TESIS PROFESIONAL
		J. LEONARDO JIMENEZ CORTES

## 2. ESTUDIOS PRELIMINARES

### 2.1. - DESCRIPCION DEL MEDIO FISICO

#### 2.1.1. EL ESTADO DE TLAXCALA

LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL ESTADO DE TLAXCALA. El Estado de Tlaxcala se localiza entre los paralelos  $19^{\circ} 05' 43''$  al  $19^{\circ} 44' 07''$  de latitud de norte entre los meridianos  $97^{\circ} 37' 07''$  al  $98^{\circ} 42' 15''$  de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Tlaxcala tiene una superficie de  $3912 \text{ km}^2$ , es la entidad mas pequeña de la República, siendo solo mayor que el Distrito Federal.

LIMITES: Al oeste con el Edo. de México, al noroeste con el Edo. de Hidalgo. y con el Edo. de Puebla al noroeste, este y sur.

(fig. 1 )

CLIMA: El clima dominante del estado es el templado sub-húmedo, al poniente pasa a semicálido y al norte subhúmedo con lluvias en verano. Las precipitaciones medias anuales son mas abundantes en el centro y sur, donde van de 600 a 200 mm. en tanto que en el noroeste y el oriente las lluvias son menores de 500 mm. al año.



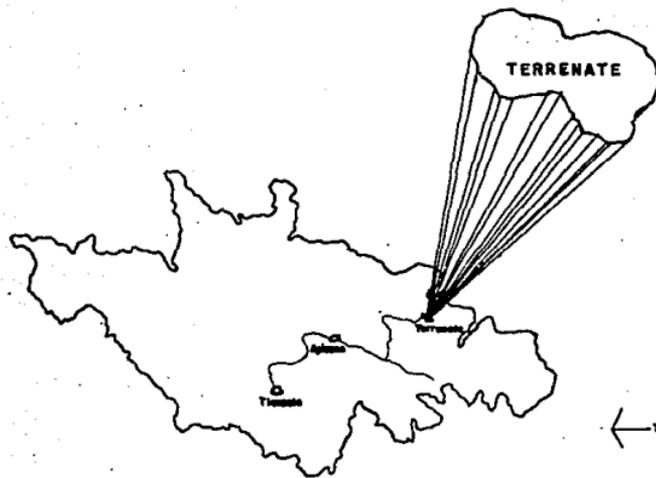
	<b>E.N.E.P. ARAGON</b>	
	FIGURA No. 1	TEMAS PROFESIONAL
	J. LEONARDO JIMENEZ CORTES	

LOCALIZACION DEL ESTADO  
DE TLAXCALA.

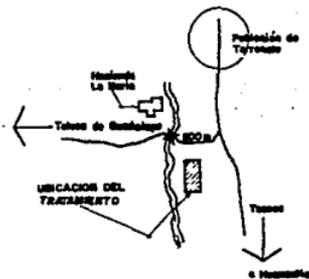


LOCALIZACION DEL MUNICIPIO DE TERRENATE.
---

	<b>E.N.E.P. ARAGON</b>	
	FIGURA N.º	TESIS PROFESIONAL
	6	J. LEONARDO JUAREZ CORTES



CROQUIS DE LOCALIZACION



	<b>E.N.E.P. ARAGON</b>	
	FIGURA No. 7	<b>TESIS PROFESIONAL</b> J. LEONARDO JIMENEZ CORTES

Los climas templados se presentan en los valles y llanuras con una temperatura media anual entre 12 y 18°C. en el 94% de la superficie del estado. El volcán la Malintzi al sur del Edo., con un régimen térmico medio anual menor de 12°C. excepto en sus cumbres altas donde el clima puede clasificarse como frío. Con lo que respecta a heladas se presentan siempre con una frecuencia de 20 a 40 días al año para climas templados. Para climas semifríos la frecuencia es de 80 a 100 días al año; para los climas fríos de 140 a 160 días al año.

Los vientos dominantes van de sur a norte, pero los vientos predominantes son los que traen las nubes, se desplazan de norte a sur y con las masas de aire polar (fig. 2 Climas del Edo. de Tlaxcala.)

HIDROGRAFIA: El territorio del Estado de Tlaxcala parte de cuatro cuencas o regiones hidrológicas, de las cuales dos son cuencas de río, y las otras dos son cuencas cerradas o vertientes interiores.

Las condiciones Geológicas e Hidrológicas del Estado propician la formación de dos ríos con numerosos afluentes, estos son el río Zahuapan, que nace en la vertiente de la sierra de Tlaxco, uniéndose al río Apizaco a la altura de Tlaxcala para después verter sus cauces al río Atoyac, que al unirse con el Mixteco toma el nombre del río Balsas. (fig 3)

FIG. 2 CLIMAS DEL ESTADO DE TLAXCALA



- 1.- TEMPLADO SUBHÚMEDO
- 2.- TEMPLADO SEMISECO
- 3.- SEMIFRIO SUBHÚMEDO
- 4.- FRIO

	<b>E.N.E.P. ARAGON</b>
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	J. LEONARDO JIMENEZ CORTES

**TLAXCALA**

El Altiplano, en la parte oriente del Estado, que vierte en la Laguna Vicencio y el río San José al noroeste que desemboca a la Laguna de Tolchác, la cuenca del río Balsas recorre el 55% del Estado. (fig. 3 Cuencas hidrológicas con ríos)

OROGRAFIA: El Estado de Tlaxcala está conformado por sierras, mesetas y lomeríos que alternan con pequeños valles. Su altitud oscila en 2000 y 3000 mts. sobre el nivel del mar.

Las zonas montañosas son: al norte de la sierra de Tlaxco, cuya extensión aproximada es de 80 kms. destacando el cerro Peñón del Rosario con 3410 mts. sobre el nivel del mar; hacia el oeste se prolongan la Sierra Nevada, cuya longitud aproximada es de 20 kms., con una altura promedio de 3000 mts. sobre el nivel del mar; y al sureste de la montaña Malintzi con una altura de 4460 mts. sobre el nivel del mar.

En el Estado el 78% se considera ocupado por lomeríos y elevaciones mayores y el 21.3 % de planicies.

FIG. 3 HIDROGRAFIA, POBLACION Y CARRETERAS



**TLAXCALA**

2.1.2. EL POBLADO DE SAN  
NICOLAS TERRENATE  
MUNICIPIO DE TERRENATE

GENERALIDADES

La localidad de Sn. Nicolas Terrenate Municipio de Terrenate, tiene la categoría de Pueblo y Cabecera Municipal, desarrolla al pie de la sierra que limita al norte en el Estado de Tlaxcala.

Terrenate significa tierra " TERRENO COLOR DE (MASA "; perteneciente al Distrito Judicial de Juaréz, cuenta con 4500 habitantes, dedicados principalmente a la agricultura

Localización.- el Municipio de San Nicolás Terrenate se localiza en la zona noroeste del estado entre los  $19^{\circ} 28.6'$  de latitud Norte y los  $97^{\circ} 55'$  longitud oeste del Meridiano de Greenwich. A una altitud de 2760 mts. sobre el nivel del mar (MSNM) ( fig 6.7) Limita al norte con el Estado de Puebla, al sur con los Municipios de Xalostoc y Huamanitla, al oriente con el Municipio de Alzayanca y al poniente con los Municipios de Tetla y Tlaxco.

**CLIMA:** El clima de esta población es templado subhúmedo con régimen de lluvias es de mayo a septiembre. los meses los meses más cálidos son de mayo a junio. La dirección del viento es generalmente de norte a sur; además los aspectos climatológicos presentan las siguientes características:

El régimen pluvial medio anual tiene un rango entre 600 y 1000 mm. y la temperatura media anual fluctúa entre los 12 y 16°C. Considerando los meses de junio, julio y agosto los cuales registran la mayor precipitación que va de 150 a 160 mm. en tanto que en febrero presenta la mínima de 5 mm. La más alta temperatura media mensual corresponde a abril y mayo, con un valor que oscila entre 18 y 19°C. y la mínima se presenta en enero con un valor medio que fluctúa entre los 13 y 14°C.

**HIDROGRAFIA:** Solo se localizan los escurrimientos que se producen en la temporada de lluvias, por lo mismo sus afluentes son canalizados a los diferentes arroyos que sirven para que se canalize el agua hacia los sembradíos y una parte de la misma se absorbe por infiltración.

**FALTA PAGINA**

**No.** 25

## 2.1. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

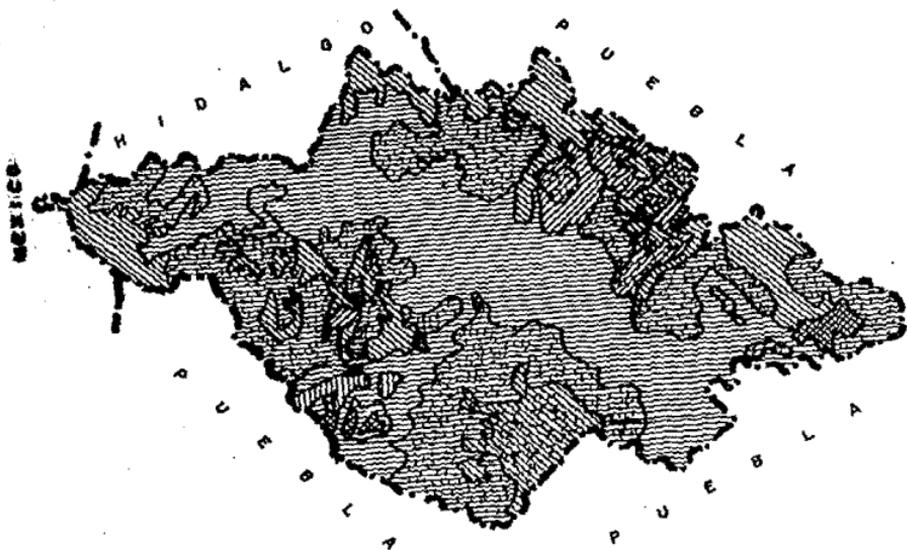
### 2.2.1. EL ESTADO DE TLAXCALA.

**P O B L A C I O N :** La población del Estado de Tlaxcala fué de 420, 638 hab. (1970). 1980 la cifra aumentó a 556,350 presentando una tasa de crecimiento promedio de 3.4%, por lo que en 1990 la población fue de 746.000 habitantes presentando una tasa de crecimiento promedio de 5.4% y para el año 2000 se pronostica una población de 840.000 habitantes, de estos el 47% serán menores de 14 años; por lo tanto predominará la población joven.

**ASPECTOS ECONOMICOS:** La población económicamente activa de Tlaxcala ascendió a 175 mil personas en 1990 presentando 49.6% de la población de edad de trabajo del Estado, situación ligeramente menor del promedio Nacional.

**AGRICULTURA.** La economía radica primordialmente en la agricultura a la que se dedica el 55% de la población económicamente activa. las zonas agrícolas más importantes se localizan en los valles de Atoyac, Zahuapan, Tlaxco y Huamantla. Entre los cultivos más importantes destacan: el maíz, cebada y el maguey. Cultivos con menor importancia son: la papa, el frijol, haba, y alfalfa (fig. 5)

FIG. 8 USO DEL SUELO



-  AGRICULTURA DE PERMANENTE
-  AGRICULTURA DE TEMPORAL
-  BOSQUE DE PINO Y ENCINO
-  PASTIZAL
-  EROSION

	<b>E.N.E.P. ARAGON</b>
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	J. LEONARDO JIMENEZ CORTES

**TLAXCALA**

EL SECTOR FORESTAL: Con una superficie que representa el 12% del Estado, ha sido explotado en forma irracional, no ofreciendo condiciones favorables de continuar aprovechando dicho recurso. Las principales zonas de explotación se encuentran en la sierra de Tlaxco, Montaña de la Malintzi y Sierra de Nanacamilpa requiriéndose una veda permanente y una reforestación para su rehabilitación.

MINERIA: La actividad minera representa un desarrollo incipiente debido a las condiciones geológicas desfavorables. No obstante a ello existen fuentes de minerales no ferrosos, entre ellos tequesquite, caolín, diatomita, bentonita, tierra fuller, arenas silicosas y turba y odisas. El valor de la producción representa el 0.3% del valor total de la producción de la industria manufacturera del Estado.

DESAROLLO INDUSTRIAL: El desarrollo industrial registrado responde a incentivos que otorgan prioridades de los municipios de Apizaco, Xalostoc, Tocatlan, Tzonpantepec, Huamantla, Cuaptaxtla, y Tetla ( Ciudad Industrial Xicotencatl ).

El corredor industrial Malinche que comprende los municipios de Teolochohco, Jose Maria y Miguel Hidalgo y los parques industriales de Zacatelco, Xicohtzingo y Panzacola.

En estos últimos 20 años, el Estado se ha desarrollado agricolamente y un crecimiento en el sector secundario muestra en el sur del estado, donde se fabrican, acumuladores para automóviles, radios y accesorios para la industria automotriz y ciertos productos electrónicos. en Santa Ana Chiautempan se localiza la industria textil y en Apizaco la industria de papel de celulosa, madera y algunos productos alimenticios. La población económicamente activa de Tlaxcala esta distribuida en la forma siguiente: 55% en actividades primarias, 24% en actividades secundarias y el 20.5% restante en servicios y comercios.

**SERVICIOS:** La infraestructura y servicios en el Estado indican que el 90% de la población es favorecida por agua potable respecto a drenaje y alcantarillado, solo cubre el 35% de la población total y en electrificación el 99% cubierta.

**TURISMO:** El turismo actualmente en el Estado es poco y se deriva de la afluencia de visitantes de zonas urbanas circunvecinas. Las principales zonas turísticas son: Cacaxtla, la Trinidad, la Malinche, Chiautempan y la ciudad de Tlaxcala.

El sistema de equipamiento (salud, equipamiento, comercio y abastos) se presentan en forma desequilibrada, ya que se concentra en dos ciudades (Apizaco y Tlaxcala) que forman el sistema urbano, integral de oriente, observándose una fuerte dependencia de la ciudad de Puebla, lo cual afecta en el desarrollo económico del Estado.

**INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE:** Tlaxcala evidencia de un proceso de modernización de sus medios de comunicación similar al que acontece a nivel Nacional. Siendo uno de los Estados mejor comunicados del país, el de más kilómetros de caminos (pavimentados, revestidos y terracerías), por cada Km<sup>2</sup> de terreno.

**CARRETERAS:** Dentro de la red carretera de Tlaxcala destaca por un lado el eje principal que va de sur a norte se conforma por la carretera que une a las ciudades de Tlaxcala, San Martín Texmelúcan y Puebla; de Tlaxcala - Chiautempan - Apetatitlán - Apizaco que pasa por los centros textiles; y la de Apizaco Tlaxco, que se prolonga a Huauchinango, Pue., hasta encontrarse posteriormente con la México - Tlaxpan. Y por otro lado el eje troncal, lo constituye la carretera México - Veracruz que se interna por Calpulalpan y lo recorre entero de oeste a este pasando por Apizaco y Huamantla pasando por el estado de Puebla y salir hasta Veracruz.

**FERROCARRILES:** La red ferroviaria del estado es la más antigua del país y en 1984 conto con 316 Km<sup>2</sup> de superficie contra 13.2 Km. del nacional.

El sistema ferroviario que en la entidad lo integran tres líneas; alcanza una longitud de 378 Km. La México - Veracruz vía Jalapa, y la de México - Veracruz vía Orizaba y Córdoba que pasa por Calpulalpan, Nanacamilpa, Sanctorum y Mariano Matamoros donde sale hacia Puebla; la México - Veracruz vía Mena y Jalapa.

## 1.2.2. ASPECTOS ECONOMICOS DEL MUNICIPIO DE SN. NICOLAS

### TERRENATE

**AGRICULTURA:** La población agrícola se comprende básicamente de cebada - grano, trigo, frijol, haba seca, papa y lechuga. El total de hectáreas sembradas en el municipio es de: 5930; siendo 5750 hectáreas de temporal y 180 hectáreas de riego.

**GANADERIA:** En lo que corresponde a esta región de acuerdo al censo realizado, este Municipio cuenta con las siguientes especies y el número de las mismas:

1142	CABEZAS DE GANADO	BOVINO
158010		PORCINO
975		OVINO
1458		CAPRINO
977.886		AVICOLA

**SILVICULTURA:** Se observó la necesidad de reforestar un área de 115 hectáreas, sembrando en total 115,500 árboles de especies diferentes con el fin de dar mejor protección al ambiente.

### VIALIDAD Y TRANSPORTE:

**VIALIDAD:** La infraestructura urbana del Municipio se encuentra comunicada a una distancia de 58 km. de la ciudad de Tlaxcala, a la cual se llega por la carretera 116, de Tlaxcala - Huamantla, por lo que para llegar a ésta comunidad partiendo de la capital del estado con rumbo a Huamantla se hace un recorrido de 17 km., mismos que

sierven para arribar a la ciudad de Apizaco, tomando la carretera que va hacia Huamantla, aproximadamente a unos doce km. se encuentra la desviación a Sn. Cosme Xalóstoc, finalmente de esta localidad a unos 30 km. se encuentra localizada la localidad de Sn. Nicolás Herrenate, Municipio de Terrenate.

**TRANSPORTE:** En Sn. Nicolás Terrenate el transporte público local es regular y está formado por el transporte público foráneo, por lo que de acuerdo a la observación este es insuficiente; Además de que lo integran microbuses y táxis que hacen su recorrido aproximadamente cada 20 minutos.

**SERVICIOS PUBLICOS EXISTENTES :** Se encuentra con abastecimiento de agua potable, que proviene de dos manantiales denominados " OYAMECALCO " Y " OJO DE AGUA ", los cuales proporcionan 4 lts. por segundo y se complementan con un pozo que tiene una profundidad de 200 mts; Teniendo su nivel estático a 130 m. y su nivel dinámico a 150 mts; su gasto de explotación a aforo es de 5 lts. por segundo.

LONGITUDES DE TUBERIA :

MANANTIALES OYAMELCO Y OJO DE AGUA.

CONCEPTO	TIPO DE TUBERIAS Y DIAMETROS	LONGITUDES
1.- CONDUCCION	ASBESTO CEMENTO 3" , 2 1/2 " Y 2"	5, 500 m.
2.- DISTRIBUCION	A - C Y P.V.C. 2" Y 3"	4, 345 m.

POZO PROFUNDO:

1.- CONDUCCION	ACERO A - C 6"	19,365 m.
2.- DISTRIBUCION	P.V.C. 4" , 3" Y 2"	7,320 m.

ALMACENAMIENTO: Tanque superficial de mamposteria de 100 m<sup>3</sup> de capacidad. A la fecha se cuenta con 500 tomas (usuarios).

**ESCOLARIDAD:** El Municipio Terrenate cuenta con los niveles de Preescolar, Primaria y Secundaria; teniendo una población estudiantil de 441, 2831 y 482 alumnos inscritos respectivamente en los niveles antes citados. Haciendo una observación de que el 78% de la población de este Municipio sabe leer y escribir y el 22% es analfabeta.

**VIVIENDA:** Actualmente el Mpio. de Terrenate cuenta con 2183 viviendas, para una población total de 13660 habitantes, lo que nos da un promedio de 6.25 ocupantes por vivienda, mismos que promediados nos da un total de 2.18% ocupantes por cuarto en vivienda particular. El 87.9% del número total de viviendas cuenta en su interior con energía eléctrica, el 95% tiene agua potable y el 45% cuenta con el servicio de drenaje domiciliario.

En la construcción de viviendas los materiales que predominan en los pisos son cemento o firme; en los muros el tabique ladrillo y block y en las losas o techos, la losa de concreto, tabique o ladrillo. Los problemas del suelo urbano: dispersión de la población en todo el Municipio, las concentraciones de población más considerables se dan en las localidades de Terrenate, Emiliano Zapata, Guardamonte, Gustavo Díaz Ordaz y Tlacotepec de Villa Real.

Como mención especial cabe decir que el Municipio cuenta en lo que respecta a servicios médicos con 148 habitantes afiliados al Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), y la demás población o sea 12088 habitantes cuenta con el servicio de la Secretaría de Salubridad (SESA), mismos que son atendidos por un total de 8 Médicos en consulta externa.

El Municipio además cuenta en lo que respecta a comercio y abasto con 7 tiendas conasupo, un tianguis semanal y carece de mercado público.

Además en el renglón de recreación y esparcimiento cuenta con 35 instalaciones deportivas, careciendo de cines y teatros, por lo que para este tipo de diversión tienen que desplazarse al Municipio de Sn. Cosme Xalóctoc.

2.

## ANALISIS FISICOQUIMICOS.

Para el diseño de una planta de tratamiento es necesario obtener los análisis fisicoquímicos de las aguas residuales domésticas a tratar. En este caso no fue posible realizar estos análisis, ya que el sistema de alcantarillado sanitario, se encontraba en proceso de construcción.

Por tal razón se tomaron los parámetros ya establecidos de poblaciones con condiciones similares a esta.

Los parámetros aceptables para una planta de tratamiento se muestran en la tabla No. 1.

## 2.1. OPERACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO A BASE DE ESTANQUES DE ESTABILIZACION

### 2.1.1. DESCRIPCION DE UN ESTANQUE DE ESTABILIZACION.

Un estanque de estabilización ( también llamados lagunas ), es una masa de agua relativamente poco profunda contenida en un estanque de tierra de configuración controlada, cuya finalidad es el tratamiento de agua residual. El término Estanque de Oxidación, con frecuencia empleado es sinónimo. Los estanques son de uso muy corriente en pequeñas comunidades, ya que sus bajos costos de construcción y funcionamiento ofrecen una notoria ventaja económica sobre otros métodos de tratamiento conocidos. Así mismo estos estanques se usan mucho en el tratamiento de residuos industriales y mezclas de residuos industriales y agua residual doméstica susceptibles de tratamiento biológico. Instalaciones de este tipo prestan actualmente servicio en industrias tales como refinerías de petróleo, mataderos, centrales lecheras, granjas avícolas etc...

Dada su popularidad, y tomando en cuenta su importancia, sus objetivos son describir los diversos tipos de estanques que se utilizan, su aplicación, su diseño de proceso y las técnicas de separación de sólidos que se utilizan en los estanques para cumplir las exigencias del tratamiento secundario

### 2.1.2. CLASIFICACION DE LOS ESTANQUES

Los estanques de estabilización suelen clasificarse según la naturaleza de la actividad biológica que tenga lugar en aerobios, anaerobios, aerobios - anaerobios también llamados facultativos. Su clasificación principal depende del proceso del tipo de estanque, siendo estos procesos los principales llamados: cultivo en suspensión, cultivo fijo ó de procesos combinados. Los principales tipos de estanques de estabilización que se utilizan normalmente se indican en la tabla No. 10. Otros esquemas de clasificación utilizados se basan en el tipo de afluente ( sin tratar, habiendo sufrido desbaste, agua residual sedimentada o efluente de fangos activados ); en las condiciones de rebosamiento del estanque ( inexistente, intermitente o continuo ), y en el método de oxigenación ( fotosíntesis, transferencia atmosférica por la superficie o aireadores mecánicos ). Por otro lado, se han utilizado otros muchos sistemas diferentes de estanques, desarrollados y aplicados para satisfacer algunos objetivos específicos de determinados tratamientos.

### 2.1.3. APLICACION

Los estanques de estabilización se aplican, solos o en varias combinaciones, al tratamiento de residuos industriales y domésticos. En la tabla 10 se presentan sus aplicaciones típicas y como se indica en dicha tabla los estanques aerobios se usan primordialmente para el tratamiento de residuos orgánicos solubles y efluentes de plantas de tratamiento de agua residual.

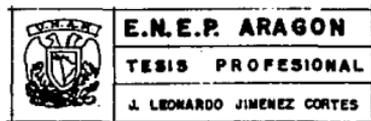
**TABLA 10.- TIPOS Y APLICACIONES DE ESTANQUES DE ESTABILIZACION DE USO COMUN.**

TIPO DE ESTANQUE O SISTEMA DE ESTANQUES	DENOMINACION COMUN	CARACTERISTICA IDENTIFICABLE	APLICACION
AEROBIO (150-450 mm)	ESTANQUE AEROBIO DE ALTA CARGA.	PROYECTADO PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCION DE TEJIDO CELULAR DE ALGAS Y LOGRAR GRANDES CANTIDADES DE PROTEINAS UTILIZABLES.	ELIMINACION DE NUTRIENTES, TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS SOLUBLES, CONVERSION DE RESIDUOS.
AEROBIO	a) ESTANQUE AEROBIO DE BAJA CARGA.  b) ESTANQUE DE MADURACION O TERCARIO.	PROYECTADO PARA MANTENER CONDICIONES AEROBIAS EN TODA LA PROFUNDIDAD DEL LIQUIDO.  SIMILAR A LOS ESTANQUES AEROBIOS DE BAJA CARGA PERO MUY LIGERAMENTE CARGADOS.	TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS SOLUBLES Y EFLUENTES SECUNDARIOS.  UTILIZADO PARA MEJORAR LOS EFLUENTES DE PROCESOS DE TRATAMIENTOS SECUNDARIOS CONVENCIONALES, TALES COMO LOS FILTROS PERCOLADORES O FANGOS ACTIVADOS.
AEROBIO-ANAEROBIO (FUENTE DE OXIGENO:ALGAS)	ESTANQUE FACULTATIVO	MAS PROFUNDO QUE UN ESTANQUE DE ALTA CARGA. LA FOTOSINTESIS Y LA REAIREACION SUPERFICIAL PROPORCIONAN OXIGENO PARA LA ESTABILIZACION AEROBIA EN LAS CAPAS SUPERIORES. LAS CAPAS INFERIORES SON FACULTATIVAS. LA CAPA DE SOLIDOS DEL FONDO ESTA SOMETIDA A DIBESTION ANAEROBIA.	TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DESBASTADA O PROCEDENTE DE DECANTACION PRIMARIA Y RESIDUOS INDUSTRIALES.
AEROBIO ANAEROBIO (FUENTE DE OXIGENO AIREADORES SUPERFICIALES)	ESTANQUE FACULTATIVO CON AIREACION SUPERFICIAL MECANICA.	COMO EL ANTERIOR, PERO CON EL USO DE PEQUEÑOS AIREADORES MECANICOS PARA PROPORCIONAR OXIGENO PARA LA ESTABILIZACION AEROBIA.	TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DESBASTADA O PROCEDENTE DE DECANTACION PRIMARIA Y RESIDUOS INDUSTRIALES.

(continúa)

**TABLA 10.- (continuación)**

TIPO DE ESTANQUE O SISTEMA DE ESTANQUES	DENOMINACION COMUN	CARACTERISTICA IDENTIFICABLE	APLICACION
ANAEROBIO	ESTANQUE ANAEROBIO, ESTANQUES DE PRETRATAMIENTO ANAEROBIO.	PREVALECN LAS CONDICIONES ANAEROBIAS EN TODA LA PROFUNDIDAD, GENERALMENTE SECUIDAS POR ESTANQUES AEROBIOS O FACULTATIVOS.	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS E INDUSTRIALES.
ANAEROBIO + AEROBIO-ANAEROBIO CON RECIRCULACION DESDE AEROBIO-ANAEROBIO AL ANAEROBIO.	SISTEMA DE ESTANQUES	UTILIZADO PARA CONSEGUIR OBJETIVOS ESPECIFICOS DE TRATAMIENTO.	TRATAMIENTO COMPLETO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS E INDUSTRIALES.
SISTEMA DE ESTANQUES ANAEROBIO + AEROBIO-ANAEROBIO + AEROBIO CON RECIRCULACION DESDE AEROBIO AL ANAEROBIO.	SISTEMA DE ESTANQUES	UTILIZADO PARA CONSEGUIR OBJETIVOS ESPECIFICOS DE TRATAMIENTO.	TRATAMIENTO COMPLETO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS E INDUSTRIALES CON ALTAS ELIMINACIONES DE BACTERIAS.



Los estanques aerobio - anaerobio son el tipo mas utilizado y se aplican al tratamiento de agua residual, asi como a una amplia variedad de residuos industriales. Los estanques anaerobios son particularmente eficaces para producir una rápida estabilización de los residuos orgánicos muy cargados. por lo general, los estanques anaerobios se usan en serie con estanques facultativos con lo cual se proporciona un tratamiento completo.

En los estados en que los estanques sean normalmente utilizado existen disposiciones que regulan su diseño, instalación y funcionamiento. Con frecuencia se requiere una retención mínima de 60 dias para estanques de flujo continuo que reciben agua residual sin tratar y a veces son incluso mayores ( de 90 a 120 dias). Con un tiempo de retención de 30 dias se asegura una eliminación de coliformes muy elevada. Cuando se proyecta un estanque de 1.8 mts. de profundidad, en base a 250 personas por hectárea y por día, el periodo de retención es aproximadamente de 200 dias.

#### 2.1.4. PRETRATAMIENTO. COMPONENTES Y FUNCIONES.

La eficiencia de cualquier Sistema de Tratamiento se eleva, si a éste se le integran los elementos que en conjunto se denominan PRETRATAMIENTO.

Los componentes más comunes de un pretratamiento están dados por un Desarenador, Trampa de Grasas y Rejillas de Retención de Sólidos mayores.

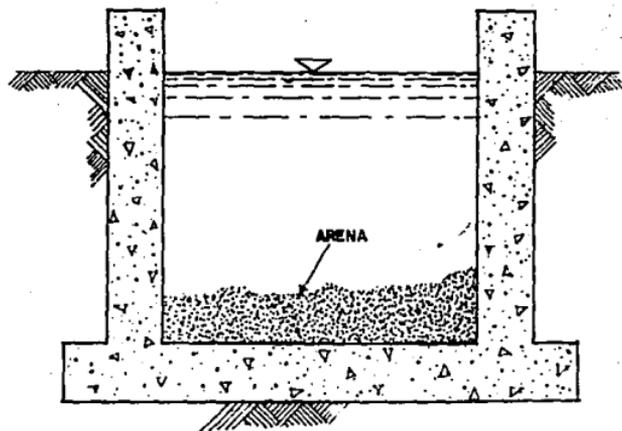
Su funcionamiento se apoya más que en procesos químicos, en fenómenos físicos. Por separado cada uno de estos elementos funcionan de la siguiente manera.

##### DESARENADOR

La misión del desarenador es separar arenas, término que engloba a las arenas propiamente dichas y a la grava, cenizas y cualquier otra materia pesada que tenga velocidad de sedimentación o peso específico superiores a los de los sólidos orgánicos putrescibles de agua residual.

Su construcción además de eliminar gravilla y arena, también elimina una mínima proporción de los sólidos orgánicos en suspensión. La eliminación de las partículas de arena de 0.2 mm. o mas evitará las dificultades de la planta de tratamiento. A 10 c. las partículas de éste tamaño sedimentan a 26 mm./segundo, de velocidad.

Los desarenadores pueden situarse delante del resto de las unidades en las plantas de tratamiento, allí donde la eliminación de arena puede facilitar su limpieza. La fig. 8 , nos muestra la sección transversal de un desarenador.



SECCION TRANSVERSAL DE UN DESARENADOR

	<b>E.N.E.P. ARAGON</b>	
	FIGURA No.	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	8	J. LEONARDO JIMENEZ CORTES

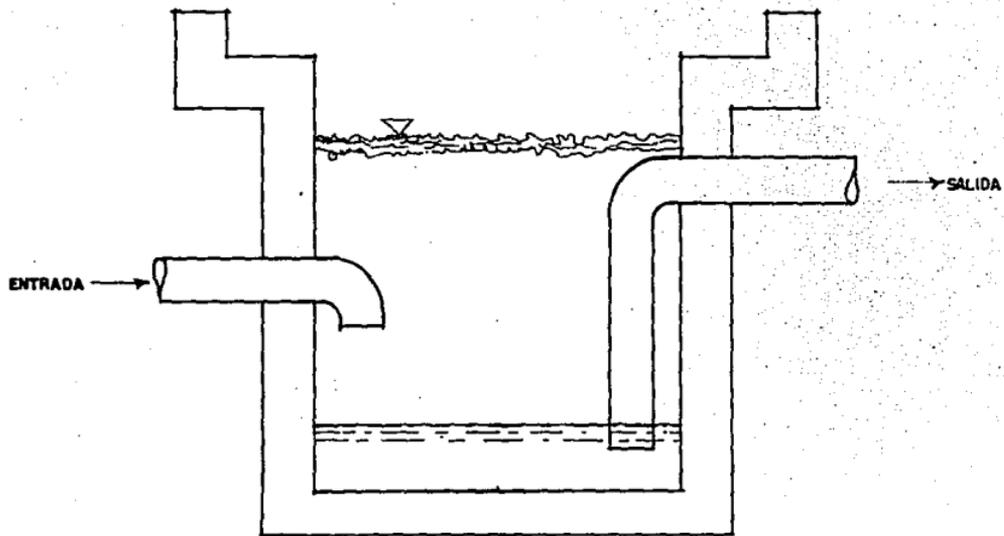
#### TRAMPA DE GRASAS.

El enfoque Bioquímico con el cual se ataca el problema de las grasas es aplicable solamente a procesos industriales muy elaborados con el consecuente costo excesivo del mismo.

Sin embargo lo referente al tratamiento de las mismas, diremos que el contenido de grasas en aguas residuales puede producir muchos problemas, tanto en las alcantarillas como en las plantas de tratamiento. Si la grasa no se elimina antes del vertido del agua residual, puede interferir con la vida biológica en las aguas y crear películas y materias en flotación imperceptibles. Los límites de 15 a 20 mg./litro, de contenido de grasa y la ausencia de las capas de aceite incidentes son las normas establecidas en lo que se refiere al vertido de aguas residuales en aguas naturales.

Constructivamente la trampa de grasas consiste en un registro rectangular a donde llega el efluente; la descarga al mismo se ubica por debajo del nivel ordinario de las aguas, a efecto de que la baja densidad de las materias grasas provoque su ascenso a la superficie.

El nivel ordinario de las aguas en la trampa esta definido por la máxima altura permisible en el tubo de salida, mismos que se constituye con una tubería a 90 o una T, como se observa en la fig. 9 .



TRAMPA DE GRASAS.

	<b>E.N.E.P. ARAGON</b>	
	FIGURA No.	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	<b>9</b>	<b>J. LIONARDO JIMENEZ CORTES</b>

## REJILLAS

Se instalan para eliminar los cuerpos flotantes y los sólidos suspendidos de grandes dimensiones. Se utilizan ordenadamente antes de otros métodos de tratamiento, aunque en algunos casos la eliminación de los sólidos grandes puede ser el único tratamiento preciso antes de la evacuación por dilución. Se componen de barras colocadas verticalmente o formando un ángulo con la horizontal y los espacios ordinariamente son de 1 a 3 centímetros. Las barras separadoras pueden ser alambres varillas o borras paralelas, tela metálica o placa perforada.

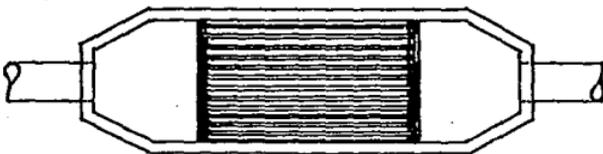
La rejilla que se utilizará en la planta de tratamiento de aguas residuales se ilustra en la fig. 10

Con el fin de evitar excesiva pérdida de carga y la posibilidad de los cuerpos retenidos fuercen las barras, los espacios libres entre ellas deben ser tales que la velocidad del agua a su paso por ellas no exceda de 90 cm./seg.

Como complemento en la fig. 11, se ilustra mediante un diagrama de flujo las operaciones físicas que se llevan a cabo en la planta de tratamiento de agua residual.



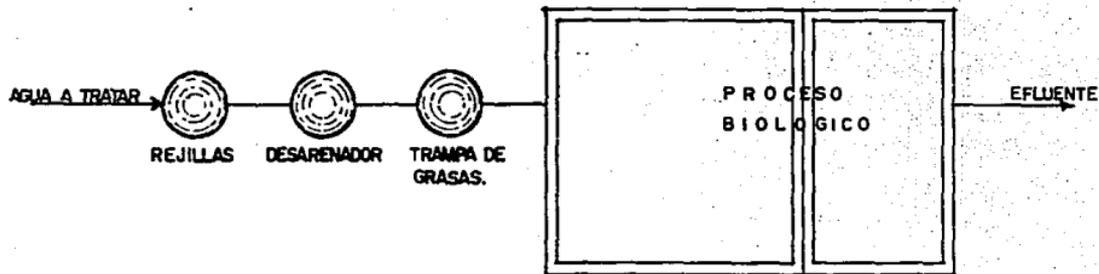
SECCION LONGITUDINAL



PLANTA

REJILLA

	<b>E.N.E.P. ARAGON</b>	
	FIGURA No.	TESIS PROFESIONAL
	10	J. LEONARDO JIMENEZ CORTES



**DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE PRE-TRATAMIENTO Y TRATAMIENTO.  
SAN NICOLAS TERRENATE, MUNICIPIO TERRENATE, TLAXCALA.**

	<b>E.N.E.P. ARAGON</b>	
	FIGURA No.	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	11	<b>J. LEONARDO JIMENEZ CORTES</b>

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. RECOPIACION E INFORMACION

3.1.1. \* ESTUDIO DE LA POBLACION \*

PARA EL CALCULO DE LA POBLACION SE UTILIZARA EL METODO " PROYECCIONES DE LA POBLACION DE MEXICO ", YA QUE SE CUENTA CON LOS CENSOS NECESARIOS Y ES EL DE MAS FACIL APLICACION.

ANO	No. DE HAB.	INCREMENTO	No. DE AÑOS
1980	2,000.00	0	0
1990	3,500.00	1,500.00	10
1994	4,500.00	1,000.00	3
		<u>2,500.00</u>	<u>13</u>

$$P_f = P_a + n \quad \text{FORMULA PARA EL CALCULO DE LA POBLACION FINAL}$$

DONDE:

$$P_a = 4500 \text{ hab. (población actual)}$$

$$n = \frac{\text{Incremento}}{\text{No. de años}}$$

$$= \frac{2500 \text{ hab.}}{13 \text{ años}} = 192.30 \text{ hab/año (se aproxima a } 2000 \text{ hab/año.)}$$

$$P_f = 4,500 + (200 * 10)$$

$$P_f = 6,500 = 7,000 \text{ hab/año (se aprox.)}$$

\* ESTUDIO DE LA DOTACION \*

Por lo general en zonas rurales, se considera una dotación de 150 lts/hab/día.

\* ESTUDIO DE LA APORTACION \*

Por especificacion se considera un 80% de la dotación de cada casa, es decir:

$$150 \text{ lts/hab/día} \quad (80\%) = 120 \text{ lts/hab/día}$$

3.1.2. \* CALCULO DE LOS GASTOS \*

a). - Gasto medio

Donde:

$$Q_{med} = \frac{P.P * Aportacion}{86,400}$$

Por lo tanto

$$Q_{med} = \frac{700 * 120}{86,400}$$

$$Q_{med} = 9.72 \text{ L. p. s.}$$

b). - Gasto mínimo

Donde:

$$Q_{\min} = 0.5 Q_{\text{med}}$$

Por lo tanto

$$Q_{\min} = 0.5 ( 972 )$$

$$Q_{\min} = 4.86 \text{ L.p.s.}$$

c). - Gasto máximo

$$Q_{\max.} = ( M \# Q \text{ medio} )$$

Donde:

$$M = 1 + \frac{14}{4} + \sqrt{P} = 1 + \frac{14}{4} + \sqrt{7} = 3.10$$

$$Q_{\max.} = ( 3.10 ) ( 9.72 )$$

$$Q_{\max.} = 30.13 \text{ L.p.s.}$$

d). - Gasto máximo maximorum

$$Q \text{ máx. Máx} = ( 1.5 ) ( Q \text{ max.} )$$

$$Q \text{ Máx. máx.} = ( 1.5 ) ( 30.13 )$$

$$Q \text{ Máx. máx.} = 45.20 \text{ L.p.s.}$$

TABLA	$Q_{min.} = 4.86 \text{ L.p.s.}$
	$Q_{med.} = 9.72 \text{ L.p.s.}$
GASTOS	$Q_{max.} = 30.13 \text{ L.p.s.}$
	$Q_{maxmax} = 45.20 \text{ L.p.s.}$

3.1.3.

### REVISION DE CARGAS CONTAMINANTES

#### \* CARGA BIOLOGICA UNITARIA \*

La carga biológica unitaria recomendable usualmente es de 54 grs/hab/día, cabe mencionar que este dato es el resultado que se ha obtenido de varios tanques experimentales.

#### \* CARGA BIOLOGICA TOTAL \*

La estabilización biológica de un agua residual puede durar mucho tiempo y en la práctica se ha aceptado como valor referencial la DBO5 que es la DBO correspondiente a un periodo de incubación de 5 días.

Por lo tanto tenemos:

$P_o = \text{Carga unitaria} * \text{Población proyecto}$

$P_o = ( 0.054 \text{ kg/hab/día} ) ( 7,000 \text{ hab.} )$

$P_o = 378 \text{ kg/día.}$

\* CONCENTRACION DEL INFLUENTE \*

Tenemos que:

$$\begin{aligned} CI &= \frac{Po \times 100 \text{ gr.}}{Q_{med} \times 86,400} \\ &= \frac{378 \text{ kg/día} \times 1,000}{0.00972 \text{ m} \times 86,400 \text{ seg.}} \\ &= 450.10 \text{ p.p.m.} \end{aligned}$$

De acuerdo por los datos recopilados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en la estación "TOLUCA DE GUADALUPE" ubicada en la población del mismo nombre, tenemos lo siguiente:

Temperatura mes más frío (enero) -----	5 C.
Temperatura mes más caliente (junio) -----	16,7 C.
Precipitación mes más frío (enero) -----	6.1 mm.
Precipitación mes más caliente (junio) -----	115.2 mm.
Evaporación mes más frío (enero) -----	116.9 mm.
Evaporación mes más caliente (junio) -----	175.70mm.
Infiltración-----	5 mm/día.

El tratamiento que se propuso a este sistema, es por medio de estanques de estabilización en serie, utilizando las formulas combinadas de Harmon-Gloyne y Marais-Shaw. Cabe mencionar que este tipo de estanques en serie dan las mejores eficiencias.

Población actual	4,500.00 hab.
Población proyecto	7,000.00 hab.
Dotación	150.00 Lts/hab/día.
Aportación	120.00 Lts/hab/día.
Gasto mínimo	4.86 L. p. s.
Gasto medio	9.72 L. p. s.
Gasto máximo	30.13 L. p. s.
Gasto máximo maximorum	45.20 L. p. s.
Carga biológica unitaria	54.00 Grs/hab/día.
Carga biológica total	378.00 kgs/día.
Concentración del influente	450.00 p. p. m.
Temperatura mes más frío (enero)	5 C (promedio)
Temperatura mes más caliente (junio)	16.7 C. (promedio)
Precipitación mes más frío (enero)	6.10 mm.
Precipitación mes más caliente (junio)	115.20 mm.
Evaporación mes más frío (enero)	116.90 mm.
Evaporación mes más caliente (junio)	175.70 mm.
Infiltración	5.00 mm/día.
Sistema	Gravedad.
Tratamiento	Tanque de -- Estabilización

### 3.2 CALCULO DEL PROYECTO

#### 3.2.1. FORMULA DE DISEÑO

$$\text{TANQUE No. 1} \quad P_1 = \frac{P_o}{K T_1 R_1 + 1}$$

$$\text{TANQUE No. 2} \quad P_2 = \frac{P_o}{(K T_1 R_1 + 1) (K T_2 R_2 + 1)}$$

En donde,

$P_o$  Carga biológica influente

$P_1$  Carga biológica efluente

\*  $K T$  = Velocidad de descomposición - (35-t)

a la temperatura ( T )  $K T = 1.20 \theta$

Donde  $\theta = 1.085$

$R_1$  y  $R_2$  = Tiempos de retención

\*  $\theta$  = Coeficiente de retención en función de la temperatura

Los tiempos de retención se proponen de 18 días para el primer tanque, 7 días para el segundo tanque.

### 3.2.2. CALCULO DE LOS ESTANQUES.

Se procede por calcular la carga biológica del efluente en el tanque 1, tomando para ello la temperatura del mes más frío  $T = 5^{\circ}C$ .

- \* De los datos obtenidos por SUWANNAKARN Y GLOYNA (1964) en una serie de estanques experimentales que trataban un agua residual sintética no sedimentable a diferentes temperaturas ha sido analizado por MARAIS (1966) que obtuvo valores de 1.2 y 1.085 K. 35 y 0 respectivamente.

### 3.2.3. FORMULA PARA CALCULAR LA CARGA BIOLOGICA DEL EFLUENTE

$$P_i = \frac{P_o}{Kt \cdot R_i + 1}$$

CARGA BIOLOGICA TOTAL

$$P_o = 378 \text{ KG/Día.}$$

$$Kt = (1.20) (e^{-(35 - T)})$$

$$\text{y como } \theta = 1.085$$

$$KT = (1.20) 1.85^{-(35-5)}$$

$$KT = (1.20) (1.085)^{-(30)}$$

$$KT = \frac{1.20}{(1.085)^{(30)}}$$

$$KT = 0.1038$$

$$RI = 18 \text{ días}$$

Entonces:

$$PI = \frac{378}{(0.1038)(18) + 1}$$

$$PI = 131.76 \text{ Kg/día}$$

AHORA PROCEDEMOS A CALCULAR LA CARGA BIOLÓGICA DEL EFLUENTE, TAMBIÉN EN EL TANQUE 1 PERO TOMANDO AHORA LA TEMPERATURA DEL MES MÁS CALIENTE QUE ES  $T = 16.7^\circ \text{C}$ .

SE TIENE LA MISMA FÓRMULA

$$PI = \frac{P}{Kt R2 + 1}$$

$$PI = 378 \text{ Kg/dia}$$

$$KT = (1.20) (e^{-(35-T)}) \quad \text{Como } e = 1.081$$

$$KT = (1.20) (1.085^{-(35-16.7)})$$

$$KT = (1.20) (1.085^{-18.30})$$

$$KT = 1.20 \frac{1}{(1.085)^{(18.30)}}$$

$$KT = 18 \text{ Dias}$$

Entonces :

$$RI = \frac{378}{(0.270)(18) + 1}$$

$$PI = \underline{64.50 \text{ Kg/dia}}$$

CARGA DEL EFLUENTE DEL TANQUE I	
$T = 5^{\circ}\text{C}.$	$T = 16.7^{\circ}\text{C}.$
$P = 131.76 \text{ kg/día}$	$P = 64.50 \text{ kg/día}.$

SE PROCEDE A CALCULAR LA CARGA BIOLÓGICA DEL EFLUENTE PERO AHORA EN EL TANQUE II, TOMANDO PARA ELLO LA TEMPERATURA DEL MES MAS FRIO  $T = 5^{\circ}\text{C}.$

$$P_2 = \frac{P_0}{(Kt R_1 + 1)(Kt R_2 + 1)}$$

$$P_0 = 378 \text{ kg/día}$$

$$Kt = 0.1038$$

$$R_1 = 18 \text{ Días}$$

$$R_2 = 7 \text{ Días}$$

$$P_2 = \frac{378}{(0.1038)(18 + 1)(0.1038)(7) + 1}$$

$$P_2 = 76.30 \text{ kg/día}$$

AHORA PROCEDEMOS A CALCULAR LA CARGA BIOLÓGICA DEL EFLUENTE TAMBIEN DEL TANQUE II, PERO TOMANDO AHORA LA TEMPERATURA DEL MES MAS CALIENTE  $T = 16.7^{\circ}$

SE TIENE LA MISMA FORMULA

$$P_2 = \frac{P_0}{(k_1 R_1 + 1) (k_2 R_2 + 1)}$$

$$P_0 = 378 \text{ kg/día}$$

$$k_1 = 0.270$$

$$R_1 = 18 \text{ días}$$

$$R_2 = 7 \text{ días}$$

$$P_2 = \frac{378}{(0.270)(18) + 1) (0.270)(7) + 1)}$$

$$P_2 = 22.32 \text{ kg/día}$$

AHORA TENEMOS

CARGAS BIOLÓGICAS DEL EFLUENTE	
TANQUE I	
$T = 5^{\circ}\text{C}.$ $P = 131.76 \text{ kg/día}$	$T = 16.7^{\circ}\text{C}.$ $P = 64.50 \text{ kg/día}$
TANQUE II	
$T = 5^{\circ}\text{C}.$ $P = 76.30 \text{ kg/día}$	$T = 16.7^{\circ}\text{C}.$ $P = 22.32 \text{ kg/día}$

3.2.4. SE PROCEDE A CALCULAR LA RETENCION DEL TANQUE I Y EL TANQUE II, CON LA TEMPERATURA MAS DESFAVORABLE QUE ES LA MAS FRIA  $T = 5^{\circ}\text{C}$ .

$$\text{TANQUE I} \quad P_0 - P_1 = 378 - 131.76 = 246.24 \text{ kg/día.}$$

$$\text{TANQUE II} \quad P_1 - P_2 = 131.76 - 76.30 = 55.46 \text{ kg/día.}$$

3.2.5. SE PROCEDE A CALCULAR LAS AREAS REQUERIDAS PARA LAS LAGUNAS ASI COMO SU CAPACIDAD DE TRATAMIENTO

TENEMOS PARA EL TANQUE I

$$V = Q_m R_l T_r$$

$$V = \text{Volúmen en m}^3$$

$$Q_m = \text{Gasto medio}$$

$$R_l = \text{Tiempo de retención}$$

$$T_r = \text{Un día en segundos}$$

$$v = 15,116.54 \text{ m}^3$$

Parámetro para que el tanque funcione como facultativo

$$\text{Tirante } 1.50 < Y < 1.80$$

$$\text{St } Y = 1.70 \text{ m. (Tirante propuesto)}$$

SE TIENE LA FORMULA :

$$A = \frac{V}{Y}$$

$$A = \frac{15,116.54}{1.70}$$

$$A = 8,892.08 \text{ m}^2 = 0.90 \text{ Ha.}$$

AHORA CALCULAMOS LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO EN TANQUE I

SE TIENE LA FORMULA

$$Ct = \frac{\text{Retención tanque I}}{Ha}$$

$$Ct = \frac{246.24 \text{ kg/día}}{0.90 \text{ Ha}}$$

$$Ct = 273.60 \text{ kg/ha/día}$$

Las normas técnicas de la SEDESOL marca que un tanque facultativo trabaja con una carga superficial de depuración de 80 a 300 kg/ha/día. Por lo tanto el tanque trabaja como facultativo.

TENEMOS QUE PARA EL TANQUE II :

$$V = Qm \cdot R2 \cdot Tr.$$

$$V = (0.00972) (7) (86,400)$$

$$V = 5,878.66 \text{ m}^3$$

$$St \quad Y = 1.70 \text{m. (TIRANTE PROPUESTO) (Tirante: 1.5 < Y < 1.80)}$$

$$A = V / Y$$

$$A = 5,878.15 / 1.70$$

$$A = 3,458.04 \text{ m}^2 \quad \text{por lo tanto se aproxima a 0.35 ha.}$$

AHORA CALCULAMOS LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO EN EL TANQUE II

$$CT = \frac{\text{Retencion tanque II}}{\text{Ha}}$$

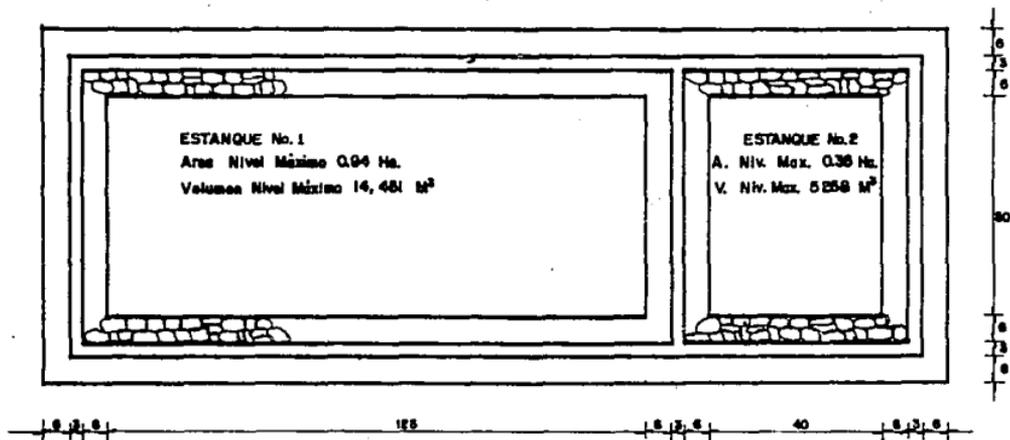
$$CT = \frac{55.44 \text{ kg/día}}{0.35 \text{ ha}}$$

$$CT = 158.40 \text{ kg/ha/día.}$$

El tanque II, por estar en el mismo parámetro que el anterior, trabaja como facultativo.

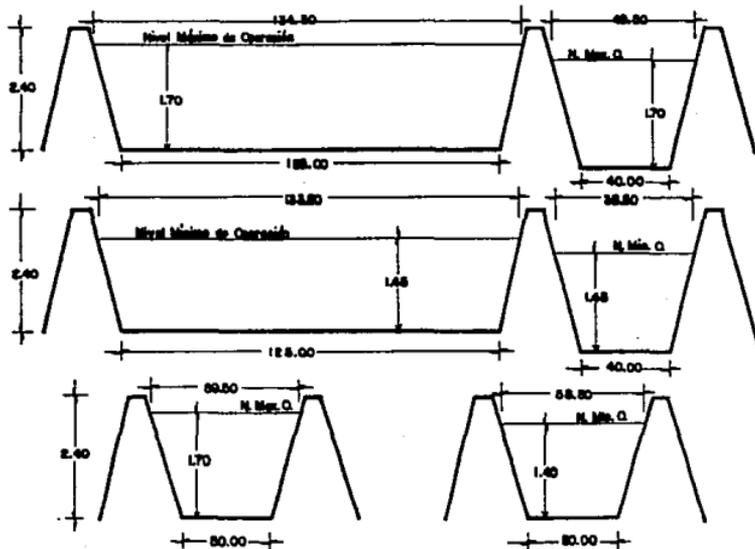
RETENCION	
TANQUE I	TANQUE II
246.24 kg/día	55.46 kg/día
CAPACIDAD DE TRATAMIENTO	
TANQUE I	TANQUE II
273.60 kg/ha/día	158.40 kg/ha/día

	TANQUE I	TANQUE II
CARGA DEL	$T = 5^{\circ}\text{C}.$ $P_1 = 131.76$	$T = 5^{\circ}\text{C}.$ $P_2 = 76.32$
EFLUENTE  (kg / dia)	$T = 16.7^{\circ}$  $P_1 = 64.50$	$T = 16.7^{\circ}$  $P_2 = 22.32$
RETENCION  (Kg / dia)	246.24	55.46
AREA  (ha)	0.90	0.35
CAPACIDAD DE TRATAMIENTO  (kg/ha/dia)	273.60	158.40
DIMENSION EJE A EJE	140 x 65 m.	55 x 65 m.



DIMENSIONES DE LOS ESTANQUES

	<b>E.N.E.P. ARAGON</b>	
	FIGURA No.	TESIS PROFESIONAL
	J. LEONARDO JIMENEZ CORTES	



**CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES DE  
LOS ESTANQUES.**

	<b>E.N.E.P. ARAGON</b>	
	FIGURA N.º	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	J. LEONARDO JIMENEZ CORTES	

## 3.3.

## CALCULO DE LOS TANQUES FACULTATIVOS.

## LAGUNA I

Tirante máximo	1.70 m.
Tirante mínimo	1.45 m.
Area a nivel (máximo)	0.94 ha
Area a nivel (mínimo)	0.92 ha
Volumen a nivel (máximo)	14,451.28 m.
Volumen a nivel (mínimo)	12,184.35 m.

1. Se calcula el efluente del tanque I con la condición más desfavorable de funcionamiento a nivel máximo, para  $T = 5$  C.

a).- Se procede a calcular la aportación de aguas negras.

$Q_m \times 1$  día en segundos

$$0.00972 \times 86\,400 = 839.81 \text{ m}^3/\text{día.}$$

b) Se calcula la evaporación con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Area del TANQUE I a nivel (máx)} \times \text{evaporación}}{1 \text{ mes}}$$

$$\frac{(9\,400) (0.1169)}{30} = 36.63 \text{ m}^3/\text{día}$$

- c). - Se calcula la Precipitación Pluvial con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Area del TANQUE I a nivel (máx)} \times \text{Precipitación pluvial}}{\text{I mes}}$$

$$\frac{(9400) (0.0061)}{30} = 1.91 \text{ m}^3/\text{día.}$$

- d). - Se calcula la Infiltración

$$\text{Area del tanque I a nivel (máx)} \times \text{Infiltración}$$

$$(9400) (0.005) = 47 \text{ m}^3/\text{día}$$

- e). - Ya habiendo obtenido la Aportación de las aguas negras, la Evaporación, la Precipitación Pluvial y la Infiltración, procedamos al cálculo del Efluente del Tanque I.

$$839.81 - 36.63 + 1.91 - 47 = 758.09 \text{ m}^3/\text{día}$$

- f). - Ahora calculamos el tiempo de retención con la siguiente fórmula.

$$\text{Tr} = \frac{\text{Vol. del tanque I a nivel máx.}}{\text{Efluente del TANQUE}}$$

$$\text{Tr} = \frac{14,451.28}{758.09} = 19 \text{ días}$$

g).- Se procede al cálculo de la carga del efluente.

$$P_i = \frac{P_0}{k_t R_i + 1}$$

$$P_i = \frac{378}{(0.1038)(19) + 1}$$

$$P_i = 127.17 \text{ kg/día}$$

h).- La carga del TANQUE I sera:

$$378 - 127.17 = 250.82 \text{ kg/día}$$

i).- La eficiencia correspondiente se calculará con la siguiente fórmula.

$$\frac{\text{Carga TANQUE I}}{\text{Carga biológica del influente}} \times 100$$
$$\frac{250.82}{378} \times 100 = 66.35\%$$

j).- Concentración del efluente, se calcula con la siguiente fórmula.

$$\frac{P_i \times 1000}{\text{El efluente del TANQUE I}}$$
$$\frac{127.17 \times 1000}{758.09} = 167.75 \text{ p.p.m.}$$

- k). - Carga superficial, se calcula con la siguiente fórmula.

Carga TANQUE I

Ha

$$\frac{250.82}{0.94} = 266.82 \text{ kg/hab/día}$$

2. - Ahora calcularemos el efluente del TANQUE I pero con las condiciones más favorables de trabajo a nivel mínimo para  $T = 16.7^{\circ}\text{c}$ .

- a). - Aportaciones de aguas negras es igual a:  
 $839.81 \text{ m}^3/\text{día}$  (calculada anteriormente).

- b). - Se calcula la evaporación con la siguiente fórmula:

Area de TANQUE I a nivel mínimo X evaporación

1 mes.

$$\frac{9200 \times 0.1757}{30} = 53.88 \text{ m}^3/\text{día}$$

- c).- Se calcula la precipitación pluvial con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Area TANQUE I a nivel mín. X precipitación pluvial}}{\text{1 mes}}$$

$$\frac{9\ 200 \times 0.1152}{30} = 35.32 \text{ m}^3/\text{dia.}$$

- d).- Se calcula la infiltración con la siguiente fórmula:

$$\text{Area de TANQUE I a nivel mín. X Infiltración.}$$

$$9\ 200 \times 0.005 = 46.00 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- e).- Ya habiendo obtenido la Aportación de aguas negras, la Evaporación, la Precipitación pluvial y la Infiltración procedemos al cálculo del efluente del TANQUE I

$$839.81 - 53.88 + 35.32 - 46 = 775.25 \text{ m}^3/\text{dia.}$$

- f).- Se calcula el tiempo de retención con la siguiente fórmula:

$$\text{Tr} = \frac{\text{Vol. TANQUE I a nivel mínimo}}{\text{Efluente del TANQUE}}$$

$$\text{Tr} = \frac{12,184.35}{775.25} = 15.75 \text{ días}$$

g).- Se procede al cálculo de la carga del efluente.

$$P1 = \frac{P0}{\frac{Kt}{R1} + 1}$$

$$P1 = \frac{378}{(0.270) (15.72) + 1}$$

$$P1 = 72.08 \text{ kg/día}$$

h).- La carga del Tanque 1 será:

$$378 - 72.08 = 305.92 \text{ kg/día.}$$

i).- La eficiencia correspondiente, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Carga del Tanque 1}}{\text{Carga biológica del influente}} \times 100$$
$$\frac{305.92}{378} \times 100 = 80.93\%$$

j).- Concentración del efluente se calcula con la siguiente fórmula:

$$\frac{P1 \quad X \quad 1000}{\text{Efluente en el TANQUE}}$$
$$\frac{( 72.08 ) ( 1 000 )}{775.25} = 92.97 \quad \text{Partes por Millar}$$

k).- Carga superficial se calcula con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Carga TANQUE I}}{\text{Ha}}$$
$$\frac{305.92}{0.92} = 332.52 \text{ kg/ha/día}$$

**RESUMEN DE DATOS DEL TANQUE I EN LAS CONDICIONES MAS DESFAVORABLES  
( Nivel máximo y T= 5°C )**

Aportación	Evaporación	Precipitación	Infiltración	Efluente	Tiempo de Retención.	Carga Biológica
( m <sup>3</sup> / día )		( kg/ día )				
839.81	36.63	1.91	47.00	758.09	19 días	127.17

Carga en el tanque I	Eficiencia	Concentración	Carga Superficial
	( % )	( p.p.m )	( kg/ hab/ día )
250.82 kg/día	66.35	167.75	266.62

**RESUMEN DE DATOS DEL TANQUE I EN LAS CONDICIONES MAS FAVORABLES  
( Nivel mínimo y T= 16.7° C )**

Aportación	Evaporación	Precipitación	Infiltración	Efluente	Tiempo de Retención.	Carga Biológica.
( m <sup>3</sup> / día )		( kg/ día )				
839.81	53.88	35.32	46.00	775.25	1872 días	72.08

Carga en el tanque I	Eficiencia	Concentración	Carga superficial.
	( % )	( R.p.m. )	( kg/ hab/ día )
306.92 kg/día	80.93	92.97	332.52

## LAGUNA II

Tirante Máximo	1.70 m.
Tirante Mínimo	1.45 m.
Area a nivel (máximo)	0.36 Ha.
Area a nivel (mínimo)	0.35 Ha.
Volúmen a nivel (máximo)	5,258.53 m <sup>3</sup>
Volúmen a nivel (mínimo)	4,394.23 m <sup>3</sup>
Aportación en enero del TANQUE I	758.09 m <sup>3</sup> /día
Aportación de junio de TANQUE I	775.25 m <sup>3</sup> /día

1.- Se calcula el efluente del tanque II con la condición mas desfavorable de funcionamiento a nivel máximo y T = 5 C.

a).- Aportación de aguas negras es igual a 839.81 m<sup>3</sup>/día. (calculada anteriormente)

b).- Se calcula la evaporación.

$$\frac{3600 \times 0.1169}{30} = 14.03 \text{ m}^3/\text{día}$$

c).- Se calcula la precipitación pluvial

$$\frac{3600 \times 0.0081}{30} = 0.73 \text{ m}^3/\text{día}$$

d).- Se calcula la infiltración.

$$(3600) (0.005) = 18 \text{ m}^3/\text{día}$$

e).- Ya habiendo obtenido la Aportación de aguas negras, la Evaporación, la Precipitación Pluvial y la Infiltración, procedemos al cálculo del efluente.

$$758.09 - 14.03 + 0.73 - 18 = 726.79 \text{ m}^3/\text{día}$$

f).- Se calcula el tiempo de retención con la siguiente fórmula:

$$Tr = \frac{\text{Volúmen del TANQUE II a niv. máx.}}{\text{Efluente del tanque}}$$

$$Tr = \frac{5258.53}{726.79}$$

$$Tr = 7.24 \text{ días.}$$

g).- Se procede al cálculo de la carga del efluente

$$P2 = \frac{P0}{(Kt R1 + 1) (Kt R2 + 1)}$$

$$P2 = \frac{378}{(0.1038 \times 19.00 + 1) (0.1038 \times 7.21 + 1)}$$

$$P2 = 72.61 \text{ kg/día}$$

h).- La carga del TANQUE II sera:  
considerando el efluente del TANQUE I =  
127.17kg/día

$$127.17 - 72.61 = 54.66 \text{ kg/día.}$$

- i). - Carga superficial del TANQUE II, se acalcula con la siguiente fórmula.

$$\begin{array}{r} \text{Carga Tanque II} \\ \hline \text{Ha} \\ 54.66 = 151.83 \text{ kg/ha/día} \\ \hline 0.36 \end{array}$$

- j). - Concentración del efluente, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{r} P2 \times 1000 \\ \hline \text{Efluente del TANQUE} \\ (72.61) (1000) = 99.90 \text{ P.P.M.} \\ \hline 726.79 \end{array}$$

- k). - Carga de los TANQUES I Y II.

$$250.82 + 54.66 = 305.48 \text{ Kg/día}$$

- l). - Y por último calculamos la eficiencia de los TANQUES I Y II

$$\begin{array}{r} 305.48 \times 100 = 80.81\% \\ \hline 378 \end{array}$$

2. - Ahora calcularemos el efluente del TANQUE II pero con las condiciones de trabajo más favorables, a nivel mínimo y  $T = 16.7^\circ \text{C}$ .

- a). - La aportación de aguas negras es igual a  $839.81 \text{ m}^3/\text{día}$

b). - Se calcula la Evaporación

$$\frac{(3500) (0.1757)}{30} = 20.53 \text{ m}^3/\text{día}$$

c). - Se calcula la precipitación pluvial

$$\frac{(3500) (0.1152)}{30} = 13.44 \text{ m}^3/\text{día}$$

d). - Se calcula la Infiltración:

$$(3500) (0.005) = 17.50 \text{ m}^3/\text{día}$$

e). - Ya habiendo obtenido la aportación de aguas negras, la evaporación, la precipitación pluvial y la infiltración, procedemos a calcular el efluente del TANQUE II

$$775.25 - 20.50 + 13.44 - 17.50 = 750.69 \text{ m}^3/\text{día}$$

f). - Se calcula el tiempo de retención

$$\text{Tr} = \frac{4394.23}{750.69}$$

$$\text{Tr} = 5.85 \text{ días.}$$

g). - Se calcula la carga en el efluente

$$P2 = \frac{P0}{(K1 \cdot R1 + 1) \cdot (K1 \cdot R2 + 1)}$$

$$P2 = \frac{378}{(0.270 \times 15.72 + 1) \cdot (0.270 \times 5.85 + 1)}$$

$$P2 = 27.94 \text{ kg/dia.}$$

h). - La carga del TANQUE II SERA: Considerando que el efluente del TANQUE I = 72.08 kg/dia.

$$72.08 - 27.94 = 44.14 \text{ kg/dia}$$

i). - Se calcula carga superficial en el TANQUE II

$$\frac{44.14}{0.35} = 126.11 \text{ kg/dia}$$

j). - Se calcula la concentración del efluente

$$\frac{27.94 \times 1000}{750.69} = 37.21 \text{ P.P.M.}$$

k). - Carga de los TANQUES I Y II

$$305.92 + 44.14 = 350.06 \text{ kg/dia.}$$

l). - Y por último calculamos la eficiencia

$$\frac{350.06}{378} = 92.61\%$$

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**RESUMEN DE DATOS DEL TANQUE II EN LAS CONDICIONES MAS DESFAVORABLES  
( Nivel máximo y T= 5°C )**

Aportación	Evaporación	Precipitación	Infiltración	Efluente	Tiempo de	Carga Biológica
( m <sup>3</sup> /día)	Retención.	( kg / día)				
839.81	14.03	0.73	18.00	725.79	7.24	72.61

Carga en el tanque II	Carga en el tanque I y II	Eficiencia Tanque I. y II	Concentración (Rp. m.)	Carga Superficial (kg/hab./día)
54.66 kg/día	305.46 kg/día	80.81 %	99.90	151.83

**RESUMEN DE DATOS DEL TANQUE II EN LAS CONDICIONES MAS FAVCRABLES  
( Nivel mínimo y T= 16.7° C )**

Aportación	Evaporación	Precipitación	Infiltración	Efluente	Tiempo de	Carga Biológica.
( m <sup>3</sup> /día)	Retención.	( kg / día)				
839.81	20.50	13.44	17.50	750.69	5.85	27.94

Carga en el tanque II	Carga en el tanque I y II	Eficiencia tanque I y II	Concentración (Rp. m.)	Carga Superficial (kg/hab./día)
44.14 kg/día	350.06 kg/día	92.61 %	37.21	126.11

#### 4. CONCLUSIONES.

##### 4.1. DIAGNOSTICO DE OPERACION DEL SISTEMA

Se realizó una inspección al sistema de alcantarillado sanitario y encontramos que solo en algunas zonas de la comunidad, se está utilizando el servicio.

##### 4.1.1. CENSO DE USUARIOS.

La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de la localidad realizó un censo de usuarios del servicio de alcantarillado sanitario, con el fin de determinar el porcentaje de personas conectadas a este, el cual fue de solo un 20% de la población.

##### 4.1.2. COSTUMBRES HIGIENICAS DE LA POBLACION

Se observó que los habitantes de dicha población tienen arraigado las deyecciones al aire libre, así también vierten sus aguas grises a los campos de cultivo o directamente a la calle.

##### 4.1.3. CONDICIONES EN QUE SE ENCUENTRA EL SISTEMA.

Como se menciona anteriormente al realizar la inspección al sistema de alcantarillado sanitario se observó que parte del sistema se encuentra obstruido y esto se debe a que por descuido de algunas personas han retirado las tapas de los pozos de visita y se han llenado de tierra y basuras.

#### 4.2. ACCIONES CORRECTIVAS

##### 4.2.1. SERVICIO SOCIAL

Se ve la necesidad de que se realice una campaña de información sobre los servicios sanitarios de sus ventajas higiénicas así como también de su funcionamiento. Esta campaña, es conveniente que se realice por medio de trabajadora social que estén capacitadas en el medio, las cuales se encargan de promover en los habitantes de la población, los beneficios que este servicio les proporciona.

##### 4.2.2. MANUAL MINIMO DE OPERACION EN LOS TANQUES DE ESTABILIZACION.

El arte de conservar en buen estado el equipo de la planta, así como tener las estructuras en condiciones apropiadas para llevar a cabo la función a que están destinadas, se le denomina mantenimiento.

Las emergencias o descomposturas imprevisibles, están en función de mantenimiento. Es decir si se establece un mantenimiento correcto se prevenirán las emergencias o descomposturas imprevisibles.

Finalmente como aportación de este trabajo se formula un elemental MANUAL DE OPERACION, del pretratamiento y de la planta de tratamiento en los siguientes términos:

AD Para fijar el programa de mantenimiento del pretratamiento, el operador se encargará de lo siguiente:

- La limpieza de las rejillas se deberá hacer mediante un rastrillo manual, en el cual independientemente de la inclinación y del área sumergida de dichas rejillas, se debe tratar de conservar una velocidad de cruce en las rejillas de cuando menos 0.5 metros/seg., para prevenir la sedimentación, y cuando más de 0.7 metros/seg. para evitar el arrastre de la materia atrapada en las barras. las rejillas deben limpiarse tan frecuentemente como sea necesario, por medio del rastrillo, el proceso de limpieza es muy sencillo, y consiste en pasar el rastrillo cuyos dientes sean de tamaño óptimo para que pasen a través de la separación de las rejillas de abajo hacia arriba colocando el material recogido, en la plataforma superior de la rejilla para escurrirlo. Se recomienda un control estacional ( temporadas de lluvia y estiaje ) a efecto de cuantificar los volúmenes acumulados por semana o mes y de esta manera obtener su periodo de retiro.
- En el caso de los desarenadores se recomienda la utilización de un dispositivo mecánico el cual consiste en eliminar las arenas mediante rastrillos o cangilones estando en operación el desarenador. éstas requieren mucho menor espacio para el almacenamiento de las arenas que las unidades de operación manual. En condiciones normales de trabajo se deberá hacer limpieza cuando la arena depositada llene del 50 al 60% del espacio. También como en el caso de las rejillas se deberá realizar el mantenimiento mediante un control estacional.

- En lo referente a la trampa de grasas se considera que no va a tener variaciones estacionales, por lo que bastaría con una observación la cual nos daría el criterio del tiempo en el cual se deberá proceder para efectuar la limpieza.

B) El operador se encargará del mantenimiento de la planta de tratamiento, este consiste en:

- Pintura de postes de cerco y reparación de alambre de puas cuando este lo requiera.
- Retiro de basuras y malezas en los caminos de acceso así como en las aristas de los bordos.
- Así mismo se hará el retiro manual de basuras y natas que flotan en los tanques.
- Se pintarán las compuertas Miller por lo menos una vez al año (fig. 2).
- Se arriostarán las compuertas de agujas mensualmente (fig.2)
- Se engrasarán las compuertas Miller mensualmente

C) El operador se encargará del buen funcionamiento de los tanques, para que se realice en ellos el proceso biológico. Para lo cual es necesario seguir los siguientes puntos:

- Se procederá a la colocación de las compuertas de agujas en las cajas de salida e intermedia, ya (debidamente arriostadas) las cuales regularán el tirante deseado.

- Se cerrará la compuerta Miller para el llenado del primer tanque.
- Estando lleno el primer tanque se retendrá el agua residual por un periodo de 10 días, en las condiciones mas favorables (16.7 c.), pero cuando se tengan temperaturas de 5 c. o menores se recomienda se aumente el periodo de retención a 21 días.
- Posteriormente se procederá a abrir la compuerta Miller del primer tanque para ser llenado el segundo tanque.
- Estando lleno el segundo tanque se retendrá el agua residual por un periodo de 7 días (en los dos tipos de condiciones)
- Posteriormente se procederá a abrir la compuerta miller del segundo tanque para el vaciado de este.
- Esta agua tratada será utilizada como riego para la agricultura en la parte baja de la población
- Y así sucesivamente se realizará el proceso

D) Se recomienda que por lo menos dos veces al año se le de mantenimiento a los tanques de estabilización, para ello se efectuaran los siguientes trabajos:

- Se procederá a retirar las tapas ciegas ubicadas en las cajas intermedia y salida (fig. 2). Esto se hará con el fin de vaciar totalmente los tanques.
- Ya vacios los tanques, se procede al deshierbe de los bordos zampeados. Retirando dicho deshierbe fuera del area de tratamiento.
- Se retirarán los lodos manualmente con la ayuda de carretillas.

- Los lodos se extenderán a las orillas de los bordos o en terrenos aledaños, en caso de que sean muy abundantes. Esto se hace con el fin de que los lodos se sequen.
- Ya secos los lodos podrán utilizarse como fertilizantes en la agricultura.

Como una observación, los tanques de estabilización no están operando ya que se tiene poco gasto, y el agua residual no alcanza a rebasar el nivel mínimo de operación, por lo que se vio la necesidad de retirar la tapa ciega, para dar paso al agua ( fig. 12 ) y así operar el sistema.

## 5. BIBLIOGRAFIA

*Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras.*

Harold E. Babbitt y

E. Robert Bahumann. Editorial Continental, S.A.  
de C.C., México.

*Estanques de Estabilización de Aguas Residuales.*

Earnest F. Gloyna. Publicaciones de la Organización  
Mundial de la Salud.

*Ingeniería Sanitaria, Tratamiento, Evacuación y  
Reutilización de Aguas Residuales.*

Metcalf - Eddy. Editorial labor, S.A., Barcelona España.

*Normas de Proyecto para Obras de Alcantarillado  
Sanitario en Localidades Urbanas de la República  
Mexicana.*

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

*Manual de Saneamiento*

Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de  
Salubridad y Asistencia. Editorial LIMUSA. México.

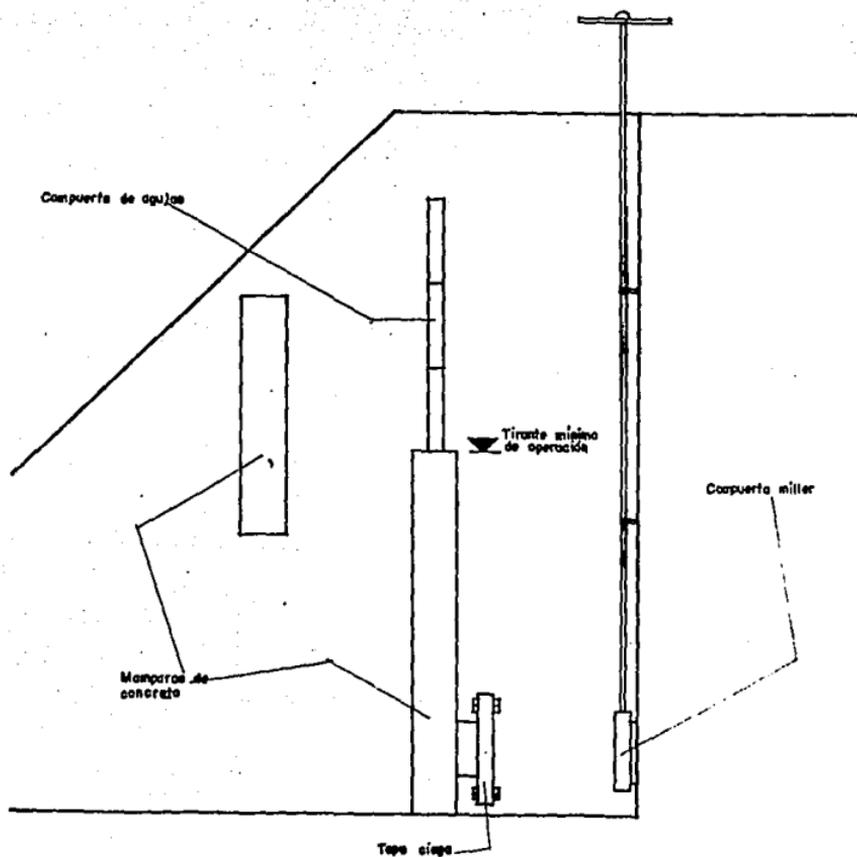
*Normas Técnicas para Proyecto de Plantas de Tratamiento  
de Aguas Municipales.*

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología..

*Datos Por Localidad (Tlaxcala.)*

XI Censo General de Población y Vivienda 1990.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e  
Informática.



CAJA DE SALIDA

	<b>E.N.E.P. ARAGON</b>	
	FIGURA No.	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	12	J. LEONARDO JIMENEZ CORTES

## G L O S A R I O .

**AEREAACION** - Poner en íntimo contacto con el aire un líquido, por medio de uno de los métodos siguientes: dispersando el líquido en el aire ó agiténdolo para promover la absorción superficial del aire.

**AGUA NEGRAS.** - Son las aguas suministradas a una población, que habiéndose aprovechado para diversos usos, ha quedado impurificada.

**ALGAS.** - Son protozoarios unicelulares ó multicelulares, autótrofos y fotosintéticos, no deseables en Abastecimientos de Agua porque producen malos olores y sabores desagradables. En los estanques de estabilización las algas son un valioso elemento porque producen oxígeno a través del mecanismo de la fotosíntesis.

**ALMIDONES.** - Estas sustancias se obtienen por el arrastre del agua, al tratar con éste líquido el polvo de los granos como el maíz, trigo, cebada, etc.

**BACTERIAS.** - Son vegetales rudimentarios, generalmente no pigmentados, los cuáles se reproducen por división en uno, dos ó tres planos.

**BACTERIAS AEROBIAS.** - Bacterias que requieren oxígeno libre, elemental para su desarrollo.

**BACTERIAS ANAEROBIAS.**- Bacterias que se desarrollan en ausencia de oxígeno libre y que extraen oxígeno, de las sustancias complejas, al descomponerlas.

**CARBOHIDRATOS.**- Contienen carbono, hidrato y oxígeno, y como son ampliamente distribuidos por la naturaleza, la cuál en éste grupo contempla a los azúcares, almidones, celulosas y fibras de madera, a los cuáles se definen por separado.

**CELULOSA.**- Es el compuesto más abundante en la naturaleza, su nombre se deriva de la célula y en algunas plantas toma la forma de fibras alargadas; en la madera de las plantas las fibras son muy pequeñas y se utilizan en la fabricación del papel.

**COLIFORMES.**- Bacterias que habitan en el intestino del hombre, pero que también se encuentran en los vegetales.

**DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO ( DBO ).**- Es el parámetro con el cual se mide la contaminación orgánica y es aplicable a las aguas residuales y orgánicas. En el tratamiento de aguas residuales se analiza técnicamente la calidad del agua porque determina la cantidad aproximada de oxígeno que se requiere para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.

**EFLUENTE.**- Es la salida de agua de un depósito, estanque ó planta de tratamiento que lo contiene.

**ESTANQUE.** - Un estanque de estabilización es una masa de agua relativamente poco profunda contenida en un estanque de tierra de configuración controlada, cuya finalidad es el tratamiento de agua residual.

**FLOCULO.** - Pequeña masa gelatinosa formada en un líquido por la adición de coagulantes o por medio de procesos químicos.

**FOTOSINTESIS.** - Es la transformación del Bióxido de Carbono en presencia de la luz para producir clorofila ó también es el proceso por el cual las plantas elaboran materia orgánica de la Energía Solar. Solamente las plantas verdes, que contienen clorofila y ciertas bacterias pueden realizar la fotosíntesis.

**INFILTRACION.** - Agua que penetra de forma no controlada en la red de alcantarillado, procedente del subsuelo por diferentes medios, y agua pluvial que es descargada a la red a partir de fuentes tales como bajantes de edificios, drenes de cimentación y alcantarillas pluviales.

**METABOLISMO.** - Conjunto de reacciones químicas que se operan simultáneamente en el organismo animal, mediante los cuáles éste toma el agua, el oxígeno y los alimentos, y los transforma en las sustancias que requiere para el crecimiento, la producción de energía y el sostenimiento de los procesos vitales.

**MICROORGANISMOS.** - Son organismos microscópicos y tienen suma importancia en los procesos de tratamiento biológico. Se utilizan para convertir la materia orgánica carbonosa coloidal y disuelta en diversos gases y tejido celular.

**NUTRIENTES BACTERIANOS.** - Los nutrientes son el factor limitante de crecimiento y síntesis celular en lugar del sustrato orgánico e inorgánico del agua residual. Las bacterias como las algas, requieren nutrientes para el crecimiento, principalmente nitrógeno y fósforo.

**PROTOZOARIOS ( PROTOZOOS ).** - Los protozoarios son protistas móviles microscópicos y por lo general unicelulares. Son generalmente de un orden de magnitud mayor que las bacterias y suelen consumir bacterias como fuente de energía.

**PROTOPLASMA CELULAR.** - Materia viviente que constituye las células de plantas y animales, se compone de agua y como es considerada materia viva, tiene la capacidad de ejercer funciones vitales como nutrición, secreción, desarrollo y reproducción.

**PERIODO DE RETENCION.** - El término periodo de retención, en las fosas de tratamiento, es el tiempo necesario en el cual se lleva a cabo el proceso de descomposición de la materia orgánica.

**PICMENTO.** - Es la materia colorante que, disuélvase o en forma de gránulos, se encuentra en el protoplasma de muchas células vegetales y animales.

**SEDIMENTACION.** - Es la separación de las partículas suspendidas más pesadas que el agua, mediante la acción de la gravedad y se trata de una de las operaciones más utilizadas en el tratamiento de aguas residuales; dicha operación se utiliza para la eliminación de arena, de la materia particulada en el tanque de decantación primaria, de los flóculos químicos cuando se emplea la coagulación química y para la concentración de sólidos en los espesadores de fango.

**SUSTANCIAS RADIATIVAS.** - Son aquellas sustancias que resultan de los desperdicios radioactivos.

**TRATAMIENTO.** - Es cualquier proceso definido, para modificar la condición de la materia.

**TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS.** - Se llama al proceso artificial a que se someten las aguas negras para eliminar ó alterar sus constituyentes inconvenientes, hacerlas así menos molestas o peligrosas.

**TRATAMIENTO PRELIMINAR.** - Es el acondicionamiento de cualquier desecho industrial, en el lugar donde se origina, antes de su descarga, para eliminar o neutralizar las sustancias perjudiciales para las alcantarillas y los procesos de tratamiento.

**TRATAMIENTO PRIMARIO.** - Es el primer tratamiento intensivo ( y a veces el único ) en una palabra de tratamiento de aguas negras, y usualmente es una sedimentación. Es la eliminación de un alto porcentaje de materia suspendida, pero de ninguna materia coloidal y disuelta.

**TRATAMIENTO SECUNDARIO.** - Es el tratamiento de las aguas negras. por métodos biológicos, después del tratamiento primario por sedimentación.