

3
24

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**ESTUDIO SOBRE EL CONTROL DE CONTAMINANTES EN
AGUAS RESIDUALES DE UNA INDUSTRIA ENLATADORA DE
FRUTAS Y LEGUMBRES
(REVISION BIBLIOGRAFICA)**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERA EN ALIMENTOS**

P R E S E N T A:

SANDRA BRAN TORRES

ASESOR: I.C. ANTONIO TREJO LUGO

CUAUTITLAN IZCALLI ESTADO DE MEXICO 1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



INSTITUTO NACIONAL
AUTÓNOMO DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de
Exámenes Profesionales

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo Estudio Sobre el Control de Contaminantes de Aguas Residuales en una Industria Enlatadora de Frutas y Legumbres.

que presenta la pasante: Sandra Gran Torres
con número de cuenta: 8203575-2 para obtener el TITULO de:
Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlan Izcalli, Edo. de Méx., a 12 de Enero de 199 6

PRESIDENTE	<u>I.B.C. Jaime Flores Minutti</u>
VOCAL	<u>I.C. Pedro González Díaz</u>
SECRETARIO	<u>I.C. Antonio Arejo Lugo</u>
1er. SUPLENTE	<u>I.A. Maribel Rodríguez Montoya</u>
2do. SUPLENTE	<u>I.A. Ana Ma. de la Cruz Xavier</u>

A MIS MOTIVOS:

MIS PADRES: Por su cariño, y apoyo incondicional

MIS HERMANOS: Por su cariño, ejemplo y gran ayuda.

PROFESORES Y AMIGOS: Son las personas que también hicieron posible este trabajo.

ARMANDO: Gracias por tu amor

Sandra Bran Torres

INDICE

OBJETIVO GENERAL-----pag.1

INTRODUCCION-----pag.2

CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1 ASPECTOS ECOLOGICOS-----pag.6

1.2 DESCRIPCION GENERAL DE LA INDUSTRIA-----pag.8

1.3 INGENIERIA SANITARIA E INGENIERIA DE SERVICIOS-----pag.16

1.4 LABORATORIO DE AGUAS RESIDUALES-----pag.20

1.4 IMPUREZAS DEL AGUA Y SU IMPORTANCIA-----pag.22

CAPITULO II. NORMALIZACION SOBRE AGUAS RESIDUALES

2.1 ASPECTOS JURIDICOS-----pag.29

2.2 LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL
AMBIENTE-----pag.31

2.3 LEY DE AGUAS NACIONALES-----pag.34

2.4 LEY GENERAL DE SALUD-----pag.36

2.5 LEY DE OBRAS PUBLICAS-----pag.37

2.6 NORMALIZACION PARA LA INDUSTRIA DE ENLATADO DE FRUTAS Y
LEGUMBRES-----pag.37

2.7 ALGUNAS TECNICAS DE ANALISIS DE AGUAS RESIDUALES-----pag.40

CAPITULO III. USOS DEL AGUA DE PROCESO

3.1 DESCRIPCION DEL PROCESO-----	pag 61
3.2 REQUERIMIENTOS DE AGUA-----	pag.67
3.3 CANTIDAD DE AGUA-----	pag.75
3.4 CALIDAD DE AGUA REQUERIDA PARA PROCESO-----	pag.78
3.5 CALIDAD DE AGUA RESIDUAL-----	pag. 80

CAPITULO IV. CONTROL DE CONTAMINANTES

4.1 PROYECTO EJECUTIVO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES -----	pag.83
4.2 TRABAJOS PRELIMINARES E INGENIERIA BASICA-----	pag.85
4.3 PROCESOS UNITARIOS DE TRATAMIENTO-----	pag.88
4.4 TRATAMIENTO PARA CONTROL DE CONTAMINANTES-----	pag.90

CAPITULO V. SEGURIDAD E HIGIENE

5.1 DEFINICION DE SEGURIDAD-----	pag.100
5.2 IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD-----	pag.101
5.3 EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL-----	pag.103
5.4 PROCEDIMIENTOS Y REGLAS DE SEGURIDAD-----	pag.104
5.5 PROGRAMA DE SEGURIDAD Y REGISTRO DE ACCIDENTES-----	pag.106
5.6 PRINCIPIOS DE HIGIENE-----	pag.106
5.7 MANTENIMIENTO, RUTINAS DE CONTROL DE LOS DESECHOS LIQUIDOS-----	pag.108

CONCLUSIONES-----	pag.110
-------------------	---------

ANEXO 1-----pag. 112

ANEXO 2-----pag. 113

BIBLIOGRAFIA-----pag. 114

7

OBJETIVO GENERAL.Recopilar Información técnica sobre el control de contaminantes de aguas residuales en la Industria enlatadora de frutas y legumbres.

INTRODUCCION

El agua es un compuesto indispensable para las actividades productivas, como son la Industria de procesadores de productos alimenticios, siendo uno de los sectores más importantes del país ³³ y además, una fuente de contaminación, debido al volumen de agua que se utiliza para sus procesos, y por lo tanto, la cantidad de aguas residuales que descargan los cuerpos receptores.

Estas descargas de aguas residuales son alteradas en su composición original por el contacto con los compuestos químicos que se utilizan durante el proceso, por el contacto directo con los alimentos, o bien, por las condiciones de operación durante el proceso.

La alteración sufrida en el agua provoca diferentes problemas, desde malos olores hasta alteraciones graves que pueden ser nocivas para la salud pública; por esto, es necesario controlar éste problema al que se están enfrentando todas las Industrias dedicadas a la transformación, ya sean alimenticias, o de otra índole. A éste respecto, diversos organismos gubernamentales, como son la SEDESOL (Secretaría de Ecología y desarrollo Social), la SARH, (Secretaría de agricultura y Recursos Hidráulicos), la SECOFI (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial), en coordinación con otras dependencias gubernamentales, están realizando estudios para normalizar las descargas de aguas residuales para controlar los contaminantes de la Industria y reducir los daños que se están ocasionando a los cuerpos receptores como los lagos, rios, etc. Por lo tanto las empresas están obligadas a cumplir con éstas Normas y reglamentos.

El Ingeniero en Alimentos es un profesionista que probablemente tenga que enfrentarse a éste tipo de proyectos, ya que si bien, tiene la oportunidad de implantar una Empresa dedicada a la transformación de un producto alimenticio, deberá cubrir y cumplir con los requisitos legales y normativos que implanten las Instituciones dedicadas al control de contaminantes de los efluentes de aguas residuales; o bien, si se encuentra dentro de una empresa ya establecida es muy probable que la empresa no cuente con las condiciones necesarias o adecuadas para el control de sus aguas residuales, pues, en México, existen

necesarias o adecuadas para el control de sus aguas residuales, pues, en México, existen muy pocas plantas de tratamiento en las Industrias,³⁶ que como se había mencionado anteriormente, esto resulta muy preocupante, por lo tanto, tendrá la necesidad de documentarse al respecto, para poder realizar las actividades correspondientes para el tratamiento de los efluentes de aguas residuales de la empresa en cuestión.

La presente Tesis tiene la finalidad de servir de consulta en forma básica a los Ingenieros en Alimentos para que posteriormente puedan desarrollar el proyecto que cubra las necesidades propias de la empresa correspondiente, pues cada Industria tiene características particulares en sus aguas residuales y por lo tanto difieren en su tratamiento.

Esta tesis no pretende ser una aportación novedosa en el área de tratamiento de aguas, ya que sólo es una recopilación de información previamente publicada en diversas fuentes bibliográficas, siendo que, en el área de Alimentos no existe información integrada al respecto por lo que puede servir de apoyo en posteriores investigaciones.

Esta tesis sólo se enfoca a una planta procesadora de frutas y legumbres, no pretende abarcar todas las Industrias de Alimentos, las cuales requieren un estudio por separado, debido a las características propias de cada una en sus efluentes de aguas residuales.

Para éste estudio se realizó una recopilación de información bibliográfica que pretende dar un panorama general para el estudio de dicha planta en el que: en un primer capítulo se realiza una visualización en forma general del impacto ecológico de las aguas residuales y una descripción general de la industria, ya que anteriormente se mencionó que la industria de alimentos es uno de los sectores más importantes del país, por lo que, posteriormente se dan datos estadísticos obtenidos de estudios realizados por la SEDESOL que ayudan a visualizar la composición y distribución de la industria manufacturera en donde se encuentra incluida la industria de alimentos. Dando una visión general de su importancia, así como de las zonas en donde es necesaria la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales. Por otra parte se ve la importancia de la Ingeniería Sanitaria e Ingeniería de Servicios para el estudio del tratamiento de aguas

residuales siendo éstas, materias que se cursan en la carrera de ingeniería en alimentos también se da una breve propuesta de un laboratorio para análisis de aguas residuales para un control eficiente de los contaminantes. Se definen las impurezas que se encuentran con más frecuencia en las aguas residuales y las técnicas más utilizadas para su determinación.

En un segundo capítulo, se describe el papel que juega desde la constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos hasta la normalización de aguas residuales de la Industria de Alimentos, así como las normas utilizadas para determinación de impurezas en el agua, siguiendo una secuencia de importancia, para efectos del control de contaminantes de las aguas residuales. Y algunas técnicas más utilizadas para su determinación.

En el tercer capítulo se realiza una descripción del proceso con algunos ejemplos de enlatado de frutas y legumbres, se ejemplifica con tablas los requerimientos de agua tanto potable como para uso industrial ya que ésta información es necesaria para saber si existe disponibilidad de agua en la ubicación de la industria y así poder visualizar el posible volumen de agua residual. Se representa esquemáticamente las demandas y descargas de agua residual para los ejemplos a que se hizo referencia anteriormente. Se exponen los resultados de estudios hechos por la S.A.R.H. de los volúmenes y calidad de las aguas residuales. En tablas se registra la calidad de agua requerida, así, como la calidad de agua residual.

En el cuarto capítulo, en base a las características de las aguas residuales obtenidas, se define el proyecto ejecutivo de tratamiento de aguas residuales. Se definen algunos procesos para el tratamiento, se propone un sistema de tratamiento de las aguas residuales de la Industria enlatadora de frutas y legumbres definiendo en cada caso las operaciones unitarias.

Por último en el capítulo cinco, se dan sugerencias de seguridad e higiene, dentro de la planta de tratamiento de aguas residuales.

7

CAPITULO UNO

ASPECTOS GENERALES

1.1 ASPECTOS ECOLOGICOS Es importante tener conocimiento del impacto ecológico que representa el crecimiento incontrolado de la industria y el no tener en cuenta algún tipo de planeación, para evitar el deterioro ambiental que en el caso de la Industria de Alimentos no es una excepción cuando vierten sus aguas residuales en algún cuerpo receptor. Por lo que a continuación se realiza una exposición de algunos factores. Ningún organismo individual, ni ningún conjunto particular de organismos, están completos por sí mismos. Ambos ejercen numerosas acciones recíprocas complejas con otros individuos de la misma o de otras especies así, como con el medio físico. A esta interrelación se le denomina ecosistema o sistema ecológico. Cada especie dentro de la comunidad requiere condiciones particulares para supervivencia. Si una de estas condiciones está ausente ó se presenta en pequeña cantidad la especie morirá o el tamaño de la población de esta especie estará limitado. Como todo en la vida requiere agua, ésta constituye uno de los principales factores del ecosistema. La abundancia de agua o la carencia de ella tiene un efecto notable en los ecosistemas. La contaminación que ocasiona el hombre, a través del vertimiento de las aguas residuales no tratadas, atenta contra éste elemento, y por lo tanto, contra éste equilibrio ecológico. Las aguas residuales Industriales contienen impurezas que van a depositarse en los cuerpos de agua al ser vertidas por los sistemas de alcantarillado. Cuando se considera el problema de contaminación de las aguas, existen muchos efectos indeseables y no solo la presencia de microorganismos patógenos y el déficit de oxígeno. Dependiendo de la dilución disponible, puede haber un incremento importante en el contenido de sólidos disueltos, materia orgánica, nutrientes (como nitrógeno y fósforo) turbiedad y otros parámetros indicadores de contaminación. La contaminación de las aguas ocasiona que los usos benéficos que se le pueden dar al recurso se vean limitados, por ello los gobiernos han establecido una

7

legislación para el control de contaminantes en los cuerpos receptores del vertimiento de desechos. El tratamiento de aguas residuales responde a la necesidad que tiene el hombre de obtener un agua de calidad adecuada para los usos a los que se vaya a destinar. Por lo tanto, con éstas medidas se intenta mantener en las mejores condiciones posibles uno de los recursos ecológicos más importantes para el hombre y los seres vivos en general, así como uno de los elementos más indispensables de la naturaleza misma para realizar su ciclo natural. Por otra parte aunque se dice que los gobiernos han establecido una legislación para el control de los contaminantes todavía existe mucho por hacer al respecto, pues como escribe Augusto C. Amaya³⁷ en un artículo. Las medidas apresuradas adquieren poca relevancia para satisfacer las necesidades de la sociedad. Y señala que se le a dado mayor auge a la industrialización que al problema ecológico ya que no incluyen en forma conjunta Industrialización-Ecología. En otro artículo escrito por Patricia Hernández G³⁷ dice que el (PNUD) Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo propone una serie de estrategias para evitar el colapso de la Tierra y éste programa además advierte que no habrá ningún cambio mientras no se concentren acuerdos legales internacionales. En cuanto a los declaraciones del Gobierno Mexicano, en Río de Janeiro Organizada por la conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo.³⁸ "Hay daños irreversibles que exigen cuantiosas inversiones, un cambio radical de actitud social, modificación de los patrones de consumo y compromisos e ideas claras del papel del gobierno, del sector privado y de la comunidad. Por lo que se puede decir que en realidad el problema requiere de mucho trabajo para aportar algunas alternativas de solución. Por otra parte el Ingeniero en Alimentos puede participar en esta solución por medio de conocimientos aportados por la ingeniería Sanitaria e Ingeniería de Servicios, que a continuación se mencionará su importancia en la Industria de Alimentos en el siguiente punto.

I.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA.

La industria manufacturera en general es uno de los sectores que mayor índice de contaminantes de aguas residuales produce, ya que para la mayoría de éstas el agua es uno de sus principales elementos que intervienen de manera directa o indirecta para la transformación o acondicionamiento de un producto, por lo que a continuación se da una breve descripción de la industria de alimentos y la industria en general.

La industria procesadora de alimentos constituye uno de los giros más importantes del país, teniendo una participación en porcentaje con respecto a la industria manufacturera en general, de un 24.1% (1990) a nivel Nacional.⁹

En cuanto a la Industria en la Zona Metropolitana en la Ciudad de México (ZMCM) Existen 30124 establecimientos Industriales. El 72% se concentra en el D.F. y el 28% restante en los 17 municipios conurbados del Estado de México.

Cerca del 75% de estos establecimientos corresponde a microindustrias, el 20% a pequeñas Industrias, menos del 3% son Industrias medianas, y el restante 2% está constituido por las grandes Industrias.

El número de Industrias manufactureras del Valle de México disminuyó de 1975 a 1985 en un 13.6%, y para 1988 se había reducido un 9% más.

El personal ocupado de las manufactureras aumentó de 1975 a 1985 en un 20%, mientras que de 1985 a 1988 se redujo en un 13.4%, desplazándose hacia los servicios y el comercio.

Según cifras del Censo Económico de 1988, el ingreso generado por el sector manufacturero nacional fue de 169 billones de pesos corrientes. El D.F. contribuyó con el 20% (34 billones), siendo la entidad con mayor participación en este sector. Los municipios Industriales conurbados del Estado de México aportaron el 9.3% (16 billones de pesos).

En conjunto, para 1988 la Zona Metropolitana de la Ciudad de México contribuyó con el 29% de los ingresos generados en el sector manufacturero del país, que equivalen a 49 billones de pesos. Así mismo empleaba alrededor de 711 mil personas.

Los mas importantes Industriales del Valle de México corresponde a la Industria Alimenticia y de bebidas, la manufactura de maquinaria, incluyendo la automotriz, autopartes, herramientas y productos maquinados en general, la textil y la que elabora celulosa, papel y sus derivados

Dentro del valle de México, la industria se localiza predominantemente al norte y al oriente el área urbana, aunque algunas ramas Industriales se localiza predominantemente al norte y al oriente del área urbana, aunque algunas ramas Industriales, como la farmacéutica y la textil, se concentran al sur y en el centro de la Ciudad.

De lo anterior se concluye que efectivamente la industria en general ocupa un lugar muy importante en la generación de ingresos y por lo mismo también se identifica que a pesar de la disminución de la pequeña industria, las industrias grandes absorben a las pequeñas y por lo tanto al crecer, se produce mas y de ésta manera se genera mayor volúmen de agua residual y como se aprecia en los datos anteriores, la Industria de Alimentos es uno de las más importantes rubros en éste sector, lo cuál requiere de atención para establecer las plantas de tratamiento de aguas residuales necesarias.

En la siguiente tabla se puede observar la cantidad de industrias en la ZMCM de acuerdo a los municipios y delegaciones

**INDUSTRIAS MANUFACTURERAS DE LA ZONA
METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO**

	%de sup de uso ind	total industrias	industrias grandes
Alvaro Obregon	15	920	6
Azcapotzalco	24.7	1656	64
Benito Juárez	2.9	1764	25
Coyoacán	1.8	798	26
Cuajimalpa	0.0	171	2
Cuahutémoc	3.8	4383	35
G.A Madero	28	2809	26
Iztacalco	11.5	1149	26
Iztapalapa	6	3149	46
Magdalena Contreras	0.4	167	0
Miguel Hidalgo	7.9	1368	33
Milpa Alta	0.6	123	0
Tláhuac	1.4	458	3
Tlalpan	1.7	489	15
Venustiano Carranza	3.0	1749	11
Nochimilco	1.9	401	8
Subtotal		21824	326
Atizapán de Zaragoza	1.0	337	13
Coacalco	1.0	76	6
Cuautitlán	2.4	80	3
Cuautitlán izcalli	5.1	170	9
Chalco	0.5	92	1
Chicoloapan	1.0	119	0
Chimalhuacan	1.0	80	0
Ecatepec	12.2	1378	34
Huixquilucan	5.0	40	0
Ixtapaluca	1.0	182	2
La Paz	1.0	205	9
Naucalpan de Juárez	4.8	1888	196
Nezahualcōyotl	0.4	1573	2
Nicolás Romero	11.3	113	0
Tecamac	1.0	62	1
Tlalnepantla	15.8	1648	106
Tultitlán	8.7	257	23
Subtotal		8300	405
Total		30124	731

FUENTE: Programa para el control de contaminantes de la industria en la Z.M.C.M. Marzo 1992.

**TOTAL DE INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL VALLE DE MEXICO
1988**

ZONAS	NUM INDUSTRIAS	PORCENTAJE%
DISTRITO FEDERAL	21824	72.4
MUNICIPIOS CONURBADOS	8300	27.6
TOTAL	30124	100.0

**TOTAL DE INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL VALLE DE
MEXICO**



**NUMERO DE INDUSTRIAS SEGUN SU TAMAÑO
DISTRITO FEDERAL**

Micro	16204
Grande	326
Mediana	553
pequeña	4741

DISTRITO FEDERAL

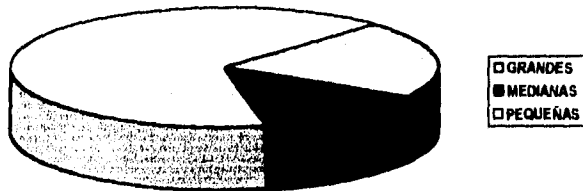


Fuente. Censos Economicos. INEGI 1989

MUNICIPIOS CONURBADOS DEL ESTADO DE MEXICO

GRANDES	405
MEDIANAS	249
PEQUEÑAS	1253

MUNICIPIOS CONURBADOS DEL ESTADO DE MEXICO



TOTAL D.F. Y MUNICIPIOS CONURBADOS DEL ESTADO DE MEXICO

MICROINDUSTRIAS	22595	75%
PEQUEÑAS	5994	19.9%
MEDIANAS	802	2.7%
GRANDES	731	2.4%

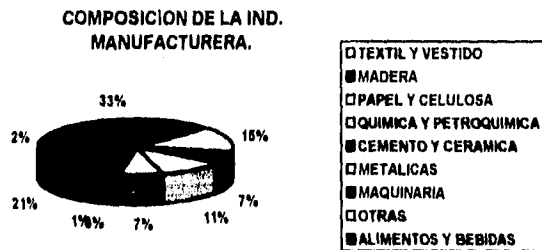
D.F. Y MUNICIPIOS CONURBADOS DEL EDO. DE MEXICO



Nota. No se indica la capacidad o bien el criterio para considerar las empresas como micro, pequeñas medianas o grandes

COMPOSICION DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN LA ZMCM 1988

TEXTIL Y VESTIDO	15%
MADERA	7%
PAPEL Y CELULOSA	11%
QUIMICA Y PETROQUIMICA	7%
CEMENTO Y CERAMICA	3%
METALICAS	1%
MAQUINARIA	21%
OTRAS	2%
ALIMENTOS Y BEBIDAS	32%



FUENTE: Censos Económicos datos de 1988. INEGI.

Las anteriores gráficas nos dan idea de la distribución de la industria dentro del D.F y zonas conurbadas, y de esta manera se identifican los puntos más problemáticos en donde se requiere de este tipo de proyectos para el control de contaminantes de sus aguas.

PRODUCCION BRUTA DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS Y SU PARTICIPACION EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

Periodo	Industria de alimentos	participación%
1986	11955141	31.2
1987	26930270	28.2
1988	55328279	27.3
1989	68522902	28.5
1990	88122054	29.2

(Millones de pesos corrientes)

FUENTE: INEGI. Sistema de cuentas Nacionales

PRODUCCION DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA INDICE DE VOLUMEN FISICO DE LA PRODUCCION DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS POR BIENES DE UTILIZACION INTERMEDIA Y FINAL.

PERIODO	Envasado de frutas y Legumbres
1990	122.7
1991	124.6
1992	
Enero	131.8
Febrero	124.3
Marzo	117.0
Abril	130.2
Mayo	125.8
Junio	135.3
Julio	128.3
Agosto	134.9
Septiembre	137.2
Octubre	123.2
Noviembre	153.9
Diciembre	143.1
1993	
Enero	134.5
Febrero	157.4
Marzo	162.1
Abril	156.2

FUENTE: INEGI Encuesta Industrial Mensual

Las tablas siguientes; contienen un listado de industrias manufactureras dedicadas a la transformación o procesamiento de alimentos, las cuales , sólo son un ejemplo de las existentes en todo el país

**PREPARACION, CONGELACION Y ELABORACION DE CONSERVAS Y
ENCURTIDOS DE FRUTAS Y LEGUMBRES INCLUSO JUGOS Y
MERMELADAS**

Herdez S.A.
Empacadora de Frutas y jugos S.A.
Productos del Monte S.A.
Gerber Products, S.A. de C.V.
J.A. Valdés, S.A.
Empacadora de Oriente S.A.
Clemente Jaques y Cia, S.A. de C.V.

**FABRICACION DE SALSAS, SOPAS Y ALIMENTOS COLADOS Y
ENVASADOS**

Campbell's de México, S.A. de C.V.
Productos Doña Maria S.A.
Industrias Tomex S.A.
Empacadora Búfalo, S.A.

Fuente: SARH. 1975. Elaboración de productos alimenticios.

Las anteriores industrias están dedicadas al procesamiento de frutas y legumbres, sin embargo, para el estudio de esta tesis se tomó un caso específico, dado que cada industria de éstas es diferente tanto en capacidad de producción como de tipo de fruta o legumbre que procesa, lo cual, individualiza cada caso en forma especial, requiriendo estudios por separado.

1.3 INGENIERIA SANITARIA E INGENIERIA DE SERVICIOS.

La importancia que tiene la Ingeniería Sanitaria y la Ingeniería de Servicios en la Industria de Alimentos es de consideración en muchos sentidos, empezando con la Ingeniería Sanitaria que es la encargada de los aspectos legales, Organismos, dependencias oficiales con los que tiene relación la Industria de alimentos

En ésta Tesis sólo se toma el aspecto de tratamiento de aguas residuales y lo que conlleva apoyándose en la Ingeniería Sanitaria retomando los conceptos necesarios para el desarrollo del tema.

De la Ingeniería de Servicios se tendrán que tomar algunos elementos siendo que: los servicios Industriales representan la fuerza Impulsora que realmente activa a los diversos procesos de transformación. Sin ellos la Industria paralizaría, y son a menudo mas complejos que el propio proceso al cuál sirven.

Por tanto es importante para el Ingeniero en Alimentos conocer los diversos Servicios Industriales, para complementar con ellos los conceptos que le permitan manejar y diseñar los variados procesos involucrados en la Industria de Alimentos.

Aunque son de suma Importancia el vapor, la energía eléctrica etc, en éste tema se indica el papel que juega el agua en los procesos de transformación de frutas y legumbres, haciendo énfasis en la importancia de éste fluido en las operaciones para la transformación del producto.

Es conveniente dar una breve definición de la Ingeniería Sanitaria así como de las ciencias en que se apoya con el fin de obtener una visión más general y reconocer su importante aportación al estudio de las Aguas Residuales. Estas definiciones fueron obtenidas del libro de Ingeniería Sanitaria del Ing. Ernesto Murguía Vaca.

INGENIERIA SANITARIA. "Es la rama de la Ingeniería relacionada con la promoción y conservación de la salud pública".

SALUD. "El completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de enfermedades o afecciones"

SALUD PUBLICA. "La ciencia y el arte de prevenir la enfermedad, prolongar la vida, fomentar la salud y la eficiencia por medio de esfuerzos organizados de la comunidad destinados a sanear el medio, ejercer control contra las enfermedades transmisibles, educar al individuo en higiene personal, organizar los servicios médicos y de enfermería con vistas al diagnóstico precoz y al tratamiento preventivo de las enfermedades, mediante el desarrollo de una máquina que asegure a cada individuo un nivel de vida que le permita mantener su salud, distribuyendo éstos beneficios de manera tal que cada ciudadano explote su derecho natural a la salud y la longevidad.

CIENCIAS RELACIONADAS CON LA INGENIERIA SANITARIA

MICROBIOLOGIA Es la Ciencia que estudia todos los microorganismos; se divide principalmente en dos ramas: la Bacteriología que se ocupa de las Bacterias propiamente dichas, de los virus, rickettsias y bacteriófagos, y la Micología que se ocupa de los hongos y las levaduras. También dentro de la microbiología se estudian las algas y los protozoos.

PARASITOLOGIA Es la Ciencia que se ocupa del estudio de la Biología general de los parásitos en relación con el huésped.

QUIMICA En la Ingeniería Sanitaria se requiere de la Química en cuanto a las reacciones de algunos compuestos utilizados principalmente en la transformación del estado natural del agua, sea ésta para bebida o para devolverle ciertas propiedades perdidas por el uso; además se utiliza para conocer y activar las reacciones que ocurren en ciertos procesos para la eliminación de basura etc.

EPIDEMIOLOGIA. Es la Ciencia que estudia las causas que originan, las peculiaridades de su evolución, los medios de transmisión y las medidas de prevención y control de las enfermedades evitables, como fenómenos de masa.

ESTADISTICA. En este caso se utiliza para la interpretación de muchos muestreos sobre aguas y aguas residuales. Es indispensable para elaborar índices, tasas, razones y otros valores tales, con el fin de conocer mediante éstos, la eficiencia de las obras sanitarias.

Como se puede apreciar prácticamente es la misión de la Ingeniería Sanitaria promover y conservar la salud pública y de ésta manera debe de realizar el estudio por medio de las ciencias que se relacionan con ella para el control ó eliminación de los contaminantes de las aguas residuales de las Industrias según lo requiera.

En el caso de la Ingeniería Sanitaria su aplicación también es continua, como se irá viendo durante todo el estudio, pues como se dijo anteriormente, sin los servicios Industriales es imposible el funcionamiento de una Industria y de la misma manera es imposible el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

1.4 LABORATORIO DE AGUAS RESIDUALES

Es importante contar con un laboratorio en una planta de tratamiento de aguas, siendo una herramienta indispensable para el seguimiento de la operación de una planta de tratamiento, así como servir para evaluar la eficiencia de la misma, ya sea de forma global o parcial.

Cabe mencionar la importancia que tiene realizar un muestreo de una forma confiable ya que la eficiencia de una planta de tratamiento va a depender de los resultados de los análisis de las muestras. Por lo tanto es conveniente concientizar al personal encargado de realizar los muestreos previos y después del diseño de una planta de tratamiento de aguas. Todo laboratorio debe contar con los elementos necesarios para poder operar con eficiencia, y el material y equipo necesarios para una planta de tratamiento de aguas se puede clasificar de la siguiente manera:

- 1) Cristalería
- 2) Equipos
- 3) Reactivos

Las piezas más utilizadas de cristalería son las siguientes;

1. Cono Imhoff
2. Frasco Winkler
3. Matraces (erlenmeyer, aforado, kjeldal, etc.)
4. Equipo Soxhlet
5. Desecador
6. Vasos de precipitados
7. Bureta
8. Probeta
9. Tubos de ensaye
10. Pipetas (volumétricas, graduadas)
11. Frascos para muestras
12. Crisoles

En el mercado existe una variedad casi ilimitada de equipo, sin embargo, sólo se consideran algunos equipos de mayor utilización:

Incubadora

Estufa

Mufla

Balanza

Potenciómetro

Campana de extracción

Turbidímetro

Conductímetro

Microscopio

Espectrofotómetro

Refrigerador

Bomba para vacío

En cuanto a reactivos, el tipo y cantidad de éstos depende de el análisis que se vaya a realizar al agua en el laboratorio.

Existe algún otro material auxiliar como pinzas para crisol, soportes universales, rejillas para tubos de ensaye etc , que también deben existir dentro de un laboratorio.

En el siguiente capítulo se mencionarán las técnicas de análisis de aguas residuales requeridas para la medición de los contaminantes presentes en el agua residual de la industria envasadora de frutas y legumbres.

1.5 IMPUREZAS DEL AGUA RESIDUAL Y SU IMPORTANCIA

En éte capítulo se mencionarán las principales impurezas que se pueden presentar en las aguas residuales, de los cuáles , en el capítulo III se proporeionan las características del agua residual con que se trabaja en ésta tesis.

TEMPERATURA. La temperatura del agua residual es un aspecto de gran importancia en una planta de tratamiento de aguas residuales. Es importante por su efecto en otras propiedades, como: acelerar las reacciones químicas y biológicas y reducir la solubilidad de los gases, acentuar los olores y sabores, inhibición de la vida.

Los dos efectos más importantes de la temperatura en una planta de tratamiento son:

1. Solubilidad del oxígeno en el agua
2. Actividad microbiológica.

Como conclusión se puede decir que a mayor temperatura del agua, será mayor la necesidad de proveer oxígeno para realizar el tratamiento adecuado.

COLOR Las aguas Industriales pueden variar mucho de color dependiendo del proceso en el que se usa el agua y de las sustancias que se le agregan.

El color que se le presenta al agua puede ser de origen mineral(Fe,Mn) o vegetal, como los producidos por materia orgánica en suspensión, algas, semillas, protozoarios, etc. No existe correlación entre color y su índice de contaminación, pero es de efecto sospechoso y desagradable estéticamente. Se identifican los siguientes tipos de color:

- a) Color real o verdadero. Es el que se debe a sustancias en solución.
- b) Color aparente. Es debido a sustancias en solución y suspensión, puede eliminarse por centrifugación.

OLOR. El olor es causado tanto por los gases que producen la descomposición como por los desechos industriales que transporta el agua. El olor indica el origen del agua y su grado de descomposición.

Es debido a una gran cantidad de sustancias, microorganismos, materia orgánica en descomposición, y a una gran cantidad de productos químicos. Se ha intentado controlar con la adición de cloro pero hay sustancias que producen peor olor al combinarlo con él. No hay una relación directa entre el olor y la salud, pero desde el punto de vista estético el empleo de aguas con olor puede ser sumamente desagradable.

TURBIEDAD. Es la característica que hace aparecer al agua como sucia o borrosa. Es causada por partículas suspendidas y coloidales que limitan el paso de la luz a través del agua. Pueden ser partículas minerales (limo, arcilla, Zn, Fe, Mn), u orgánicas (microorganismos, aserrín, fibras orgánicas).

El origen puede ser el producto de la interperización y erosión (transporte) ejercida por los ríos o desechos industriales. El crecimiento del grado de turbiedad depende de la concentración de partículas, tamaño, dispersión y propiedades de absorción de la luz.

No existe una corriente directa con aspectos de salud, ni siquiera con su contaminación con aguas residuales. Sin embargo las partículas que imparten turbiedad constituyen defensas para los microorganismos y les sirven de protección a la acción de desinfectantes.

Un miligramo por litro de sólidos no produce la misma turbiedad si dichos sólidos son partículas de 0.1 mm ó de 0.01mm. Por ello la turbiedad se mide por comparación con patrones.

La unidad de turbiedad está dada por 1mg de óxido de silicio en un litro de agua. Este sílice debe llenar una serie de requisitos respecto al tamaño de las partículas.

SOLIDOS. La remoción de sólidos es una de las principales preocupaciones de una planta de tratamiento de aguas residuales. Los sólidos se clasifican de la siguiente manera:

SOLIDOS ORGANICOS Y SOLIDOS INORGANICOS. Los sólidos orgánicos son aquellos que tienen su origen a partir de la materia viviente. Los sólidos orgánicos son aprovechados por las bacterias para su alimentación, mientras que los inorgánicos sólo son en una pequeña proporción. A los sólidos orgánicos se les conoce como volátiles debido a que la prueba mediante la cual es determinada consiste en elevar la temperatura de la muestra hasta niveles tales en que los compuestos orgánicos que los componen se volatilizan, es decir, se incorporan a la atmósfera en forma de gases y no es posible detectarlos pesando el residuo en una balanza. A los compuestos inorgánicos, que no se volatilizan al elevar la temperatura se les conoce como fijos.

SOLIDOS TOTALES. Para explicar mejor este parámetro considérese una muestra de un litro de agua residual cruda que entra a una planta de tratamiento. A continuación se calienta la muestra hasta lograr que se evapore toda el agua y se pesa el material que quede; supóngase que se tienen 1000 mg. Entonces la concentración de Sólidos Totales en la muestra será de 1000 mg/l. Este peso incluye tanto los sólidos disueltos, que son aquellos que pasan a través de un filtro, como los sólidos suspendidos, que son los que no son capaces de pasar a través de un filtro.

SOLIDOS DISUELTOS. Para determinar esto lo que se hace es tomar una muestra de agua, pasarla a través de un filtro y sólo pasarán por éste los sólidos disueltos con el agua. Puede evaporarse el agua por medio de calentamiento y volver a pesar el residuo que queda después de la evaporación. El peso de este residuo será el contenido de sólidos disueltos. De este parámetro es importante saber que en una planta de tratamiento a nivel secundario (biológico) es muy pequeña la fracción de sólidos disueltos que se puede remover.

SOLIDOS SUSPENDIDOS. Se componen de dos partes: **SOLIDOS SEDIMENTABLES Y SOLIDOS NO SEDIMENTABLES.** La diferencia entre los sólidos sedimentables y no sedimentables radica fundamentalmente en el tamaño, peso, forma y volumen de las partículas de sólidos. Las partículas de mayor tamaño sedimentan mejor que las partículas más pequeñas. Para el operador de una planta de tratamiento es importante conocer la cantidad de sólidos sedimentables presentes en el agua, ya que dependiendo de la cantidad y conociendo el volumen de las tolvas de lodos en los

sedimentadores primarios, se puede determinar el tiempo que hay que dejar transcurrir entre purgas sucesivas. También se debe conocer la cantidad de sólidos sedimentables que entran y salen de los sedimentadores, para poder determinar la eficiencia de remoción de éstos.

SOLIDOS FLOTANTES. Como su nombre lo indica, son aquellos cuerpos que flotan en la superficie del agua. Afortunadamente se pueden eliminar, mediante equipos llamados desnatadores. La presencia de éstos sólidos en el efluente de la planta, indica que opera ineficientemente.

POTENCIAL HIDRIGENO (PH). El PH del agua, es una medida de la acidez de un agua. Los valores del PH varían entre 0 y 14.

Si el PH está entre 0 y 7 el agua está en el rango ácido

si el PH está entre 7 y 14 el agua está en el rango básico

si el PH vale exactamente 7 el agua está en la neutralidad.

Este parámetro es sumamente importante ya que los organismos que degradan la materia orgánica no sobreviven a PH menor de 4.5 ni mayor a 9.5. Por otra parte puede corroer las tuberías a PH bajos. Además influye en muchos procesos, como, coagulación,

ACIDEZ. Es la capacidad para neutralizar el OH. La acidez en las aguas naturales es generalmente debido a la presencia de bióxido de carbono.

El bióxido de carbono proviene, en parte de la atmósfera, y principalmente es el producto final de la descomposición de la materia orgánica.

Otra fuente de acidez es la presencia de ácidos minerales debidos a los desechos industriales.

La acidez provoca un alto poder corrosivo, lo que ocasiona daños a tuberías.

Además puede diluir otras sustancias dañinas a la salud.

ALCALINIDAD. Es la capacidad de un agua para neutralizar ácidos. La alcalinidad es debida a la presencia de iones hidroxilo, bicarbonato y carbonato. Está relacionada con la dureza.

DUREZA. La dureza del agua se debe a la presencia de cualquier catión polivalente, pero generalmente solo se consideran al calcio y al magnesio por ser los más abundantes en las aguas naturales. No se ha demostrado correlación entre las aguas con alto

7

contenido de dureza y daños al organismo, los problemas son de tipo doméstico e industrial.

NITROGENO. Los compuestos nitrogenados son un índice químico de contaminación. El Nitrógeno es indispensable para la formación de aminoácidos y proteínas.

Un contenido alto de NO ó NH_3 sugiere una actividad biológica grande.

SULFATOS. Los sulfatos son compuestos abundantes en las aguas naturales, en combinación con calcio y magnesio, causan incrustaciones duras en tuberías y equipos. En combinación con materia orgánica y bacterias sulforeductoras causan corrosión. En concentraciones de más de 500 mg/l tienen acción laxante. Puede existir toxicidad en plantas y animales en concentraciones de 200 a 500 mg/l. Finalmente puede ser causa de malos olores al reaccionar, en presencia de ciertas bacterias y formar ácido sulfhídrico.

FOSFATOS. Son un nutrimento esencial para la vida. El exceso de ellos produce proliferación del crecimiento de plantas en el agua.

SUSTANCIAS TOXICAS. Son muchas las sustancias tóxicas que pueden llegar a las aguas residuales. Entre ellas destacan las siguientes: plomo, selenio, arsénico, cromo hexavalente, mercurio, cianuro, cadmio, bario, zinc, y multitud de compuestos orgánicos que constantemente sintetiza la actividad industrial.

OXIGENO DISUELTO. El oxígeno es un gas que puede ser disuelto en el agua. Cuando el agua es residual permanece durante mucho tiempo sin aerearse, el oxígeno disuelto que pudiera haber es aprovechado por los microorganismos aerobios existentes para realizar sus funciones vitales hasta el punto en que puede agotar totalmente este elemento.

A partir de este momento estos microorganismos comienzan a morir y empiezan a tomar su lugar los microorganismos anaerobios, los cuales son capaces de tomar el oxígeno que necesitan para vivir a partir de compuestos químicos presentes en los desechos. A este proceso se le denomina Descomposición Anaerobia.

Los productos de la descomposición anaerobia incluyen el ácido sulfhídrico.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO El parámetro de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una forma indirecta de medir la cantidad de materia orgánica presente en el agua residual. Como ya se explicó anteriormente los organismos vivos aeróbicos

requieren de oxígeno disuelto en el agua para poder realizar sus funciones vitales. La DBO lo que hace es medir, en el laboratorio, la cantidad de oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el agua para reducir la materia orgánica a compuestos más simples y que no provoque daños tan serios como los que provoca la materia orgánica sin estabilizar.

En resumen, se puede decir que la DBO es una medida de la cantidad de materia orgánica que tiene el agua. Cuanto mayor sea la DBO, mayor será la cantidad de materia orgánica en el agua.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO. Es una medida de la cantidad de oxígeno requerida para la oxidación química de la materia presente en el agua. Como no solo la materia orgánica es oxidable, sino que también lo son los compuestos inorgánicos, este parámetro normalmente es mayor que la DBO. Debido a que es más simple la determinación analítica de la DQO, en muchas ocasiones se prefiere realizar rutinariamente esta prueba.

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS. Las aguas residuales contienen grandes concentraciones de microorganismos. A continuación se mencionaron algunos de los muchos tipos de microorganismos que es posible encontrar en estas aguas.

BACTERIAS. Su número puede variar en forma importante en el agua desde 1 hasta 20 millones en un mililitro de agua. Algunas bacterias son causantes de enfermedades como: cólera, fiebre tifoidea, disentería, etc.,

VIRUS No juegan ningún papel en el tratamiento de aguas, sin embargo, siempre están presentes en las aguas residuales.

OTROS ORGANISMOS. Se tiene por ejemplo a las algas y a los rotíferos y otros animales microscópicos se alimentan de bacterias y de materia orgánica y se les encuentra usualmente hacia el final de las unidades de aireación ya que pueden sobrevivir en presencia de DBO muy elevadas.

Como observación se puede decir que son muy variadas las características que puede presentar el agua residual de cada industria, sin embargo, los anteriores aspectos son muy comunes, por lo que es conveniente tener conocimiento de ellos para saber que calidad de agua se nos presenta.¹¹

CAPITULO

II

NORMALIZACION SOBRE AGUAS RESIDUALES

En este capítulo se pretende revisar algunos de los aspectos más importantes en los que se debe basar la construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales para entrar dentro de la normalización a la que están sujetas, para el correcto funcionamiento tanto técnico como administrativo.

2.1 Aspectos Jurídicos.

Durante los últimos años se ha puesto de manifiesto que el agua es un recurso de gran demanda e importancia, por lo que es necesario un ordenamiento del recurso hidráulico para prevenir o controlar conflictos tanto en asentamientos urbanos como en la Industria. Esta situación ha creado una demanda de un marco normativo el cual puede llevar a cabo los sistemas de saneamiento, que contemple los lineamientos, los criterios y los parámetros capaces de ser aplicados a diversas opciones tecnológicas y así poderle dar una utilización conveniente a este recurso natural.

El tratamiento de las aguas residuales responde a la necesidad que tiene el hombre de obtener un agua de calidad adecuada para los usos a los que se vaya a destinar ésta. Cuando el responsable del vertimiento de desechos líquidos no ha previsto un segundo uso para sus aguas, su descarga al medio ambiente debe responder a los requerimientos que el Gobierno dicte para proteger los recursos.

CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

El agua es tratada en el artículo 27 Constitucional y dice: "La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio Nacional corresponde Originalmente a la Nación, la cuál a tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ella a los particulares, constituyendo la propiedad privada".

7

En otra parte señala que "La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana". Así mismo se establece que se dictarán las medidas necesarias par evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad."

Por lo que es importante saber que inicialmente el agua es regulada por el artículo 27 constitucional ya que posteriormente éste artículo da origen a la Ley General de Equilibrio Ecológico , en donde se tienen importantes medidas para el control del recurso hidráulico, así, como a la Ley de Aguas Nacionales principalmente y de éstas a su vez dan origen a una reglamentación específica hacia la industria de alimentos.

2.2 Ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

El marco jurídico anterior da las pautas para establecer la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. (ley vigente todavía hasta dic. De 1994).

Dada la importancia creciente del desarrollo Industrial y las repercusiones inmediatas que ello tiene en el ámbito de la contaminación de las aguas, se incluyen en éste rubro importantes medidas legales, que de alguna manera contribuyan a evitar los efectos degradantes del agua a causa del desarrollo industrial, por razón de sus actividades normales.

En el Título Cuarto Capítulo II Se establecen los criterios para prevenir y controlar su contaminación, todos aquellos instrumentos y procedimientos en los que las autoridades habrán de aplicar dichos criterios Y son los siguientes artículos:

Artículo 117.-"Para la prevención y control de la contaminación del agua se consideran los siguientes criterios:

"El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla, en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Artículo 118.-"Los criterios para la prevención y control de la contaminación del agua. serán considerados en:

El establecimiento de criterios Sanitarios para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública;

La formulación de las Normas Técnicas que deberá satisfacer el tratamiento del agua para el uso y consumo humano.

Artículo 119.-Para la prevención y control del agua corresponderá:

I. A la Secretaría. a) "Expedir, en coordinación con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y las demás autoridades competentes, las normas técnicas para el vertimiento de aguas residuales en redes colectoras, cuencas, causes, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, así como infiltrarlas en terrenos"

b) Emitir los criterios, lineamientos, requisitos y demás condiciones que deban satisfacerse para regular el alejamiento, la explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales, a fin de evitar contaminación que afecte el equilibrio de los ecosistemas o a sus componentes, y en su caso, en coordinación con la Secretaría de Salud, cuando se ponga en peligro la Salud Pública,

c) Expedir las Normas Técnicas Ecológicas a las que se ajustará el almacenamiento de aguas residuales, con la intervención que en su caso competa a otras dependencias,

d) Fijar condiciones particulares de descarga a quienes generen aguas residuales captadas por sistemas de alcantarillado, cuando dichos sistemas viertan sus aguas en cuencas, ríos, cauces, vasos y demás depósitos corrientes de aguas de propiedad Nacional, sin observar las Normas Técnicas Ecológicas o, en su caso, las condiciones particulares de descarga que hubiese fijado la Secretaría;

e) Promover el reuso de aguas residuales tratadas en actividades agrícolas e industriales,

f) Determinar los procesos de tratamiento de las aguas residuales, considerando los criterios sanitarios que en materia de salud pública emita la Secretaría de Salud, en función del destino de esas aguas y las condiciones del cuerpo receptor, que serán incorporados en los convenios que celebre el Ejecutivo Federal para la entrega del agua en bloque a sistemas usuarios o a usuarios, conforme a la ley federal de aguas;

g) Promover la incorporación de sistemas de separación de las aguas residuales de origen doméstico de aquellas de origen Industrial en los drenajes de los centros de población, así como la instalación de plantas de tratamiento para evitar la contaminación de aguas

II. A la Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y la de Salud

A) Expedir las Normas Técnicas Ecológicas para el uso o aprovechamiento de aguas residuales.

III. A la Secretaría expedir Normas Técnicas sobre la ejecución de obras relacionadas con el alejamiento, tratamiento y destino de las aguas residuales conducidas o no, por sistemas de alcantarillado, considerando los criterios sanitarios establecidos por la Secretaría de Salud;

IV. A los Estados y Municipios.

A) El control de las aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado.

B) Requerir a quienes generen descargas a dichos sistemas y no satisfagan las Normas Técnicas Ecológicas que se expidan, la instalación de sistemas de tratamiento.

Artículo 120 - Para evitar la contaminación del agua, quedaban sujetos a regulación federal o local:

Y. Las descargas de origen Industrial

II. Las descargas de origen municipal y su mezcla incontrolada con otras descargas

Todos los artículos anteriores se refieren al vertimiento de aguas residuales, por eso es importante conocerlos, ya que para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales debemos guiarnos de acuerdo a los criterios de control que sean fijados por ésta ley, es por esto, que se retoman solo algunas partes consideradas como las mas importantes para dar una visión general del contenido de ésta ley; pues además existe la ley de aguas nacionales en donde es mas específico su marco jurídico.

2.3 Ley de aguas nacionales

El día 2 de Diciembre de 1992 se publicó en el diario Oficial de la Federación la nueva Ley de Aguas Nacionales, misma que se creó con la finalidad de dar el marco jurídico adecuado a las condiciones actuales del entorno nacional, para asegurar un ordenamiento de los recursos hidráulicos y complementar las modificaciones al artículo 27 Constitucional.

En el Título 7o se trata la prevención y control de la contaminación de las aguas, constituido por un capítulo único, con 11 artículos de los cuales a continuación, sólo se especifica lo más importante de cada uno para cubrir nuestras necesidades.

Artículo 85.-"Es de interés público la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger la calidad del agua en los términos de Ley.

Artículo 86.-Contiene los cargos que tendrá la comisión (en éste caso la CNA)

Artículo 87 "la comisión determinará los parámetros que deberán cumplir las descargas, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas Nacionales y las cargas de contaminantes que éstos pueden recibir, así como las metas de calidad y los plazos para alcanzarlas, mediante la expedición de declaratorias de clasificación de los cuerpos de aguas Nacionales, los cuales se publicarán en el Diario Oficial de la Federación, lo mismo que sus modificaciones, para su observación.

Artículo 88.-Las personas físicas o morales requieren permiso de la comisión para descargar en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas Nacionales o demás bienes Nacionales, incluyendo aguas marinas, así cuando se infiltren en terrenos que sean bienes Nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.

Artículo 89.-"La Comisión" otorgará los permisos, deberá tomar en cuenta la clasificación de los cuerpos de aguas Nacionales a que se refiere el artículo 187, las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes y las condiciones particulares que requiera cumplir la descarga.

Artículo 90.-"la Comisión" en los términos del reglamento expedirá el permiso de descarga de aguas residuales, en el cual se deberá precisar por lo menos la ubicación y

descripción de la descarga en cantidad y calidad, el régimen al que se sujetará para prevenir y controlar la contaminación del agua y la duración del permiso.

Artículo 91.-La infiltración de aguas residuales para recargar acuíferos, requiere permiso de la "comisión" y deberá ajustarse a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se emitan.

Artículo 92.-La "comisión", en el ámbito de su competencia, podrá ordenar la supervisión de las actividades que den origen a las descargas de aguas residuales.

Artículo 93.-Se mencionan las causas de revocación de permiso de descargas de aguas residuales.

Artículo 94.-Cuando la paralización de una Planta de Tratamiento de aguas residuales pueda ocasionar graves perjuicios a la Salud o la Seguridad de la población o graves daños al ecosistema, "la Comisión, a solicitud de autoridad competente y por razones de interés público, ordenará la suspensión de las actividades que originen la descarga y, cuando esto no fuera posible o conveniente, nombrará un interventor para que se haga cargo de la administración y operación temporal de las instalaciones del tratamiento de aguas residuales, hasta que se suspendan las actividades o se considere superada la gravedad de la descarga.

Artículo 95.-"La comisión", en el ámbito de la competencia federal, realizará la inspección o fiscalización de las descargas de aguas residuales con el objeto de verificar el cumplimiento de la ley. Los resultados de dicha fiscalización o inspección se hará constar en acta circunstanciada, producirá todos los efectos legales y podrá servir de base para que "la comisión" y las demás dependencias de la administración pública Federal competentes, puedan aplicar las sanciones respectivas previstas en la ley.

Como se puede observar, sólo fueron elegidos los artículos que se cree son de utilidad para la industria de alimentos, que es donde se vuelve a reiterar que la comisión fijará los parámetros a cumplir en las descargas de aguas residuales por medio de Normas Oficiales y también se especifica que la "comisión" será la encargada de la supervisión del cumplimiento de estas normas.

Esta ley da origen a la Norma específica para la industria enlatadora de frutas y leumbres que mas adelante se detallan en este capítulo.

2.4 Ley general de salud

La ley General De Salud fue expedida en 1983 y derogada al Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos. En el artículo tercero establece que es materia de Salubridad general: "la prevención y el control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud del hombre", por ello se cuenta con un capítulo destinado a los efectos del ambiente en la salud.

En el artículo 118. - Menciona que corresponde a la secretaria de Salud:

- I. Determinar los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente;
- II. Emitir las Normas Técnicas a que deberá sujetarse el tratamiento del agua para uso y consumo humano;
- III. Establecer criterios Sanitarios para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública.

2.5 Ley de obras publicas

La Ley de Obras públicas, aunque tiene por objeto regular el gasto y las acciones relativas a la obra pública, menciona en su artículo 13 que "en la planeación de cada obra las dependencias y entidades deberán prever y considerar, según el caso, los efectos y consecuencias sobre las condiciones ambientales. Cuando éstas pudieran deteriorarse, los proyectos deberán incluir, si ello fuere posible, lo necesario para que se preserven o restauren las condiciones ambientales y los procesos ecológicos.

A partir de ésta ley, debe esperarse que cualquier obra pública que pueda causar contaminación del agua, necesariamente deberá tener prevista la construcción de una planta de tratamiento.

Por lo antes mencionado podemos apreciar que con una serie de leyes se va dando el marco jurídico para reglamentar las descargas de aguas residuales, en este caso la industria enlatadora de frutas y legumbres.

2.6 Normalización para la industria de enlatado de frutas y legumbres.

Con estos documentos; la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su Artículo 27 Constitucional, la Ley General de Equilibrio Ecológico en su Título cuarto, capítulo II y la Ley Federal de Aguas en su Título séptimo, junto con la Ley General de Salud y la ley de Obras Públicas se crea un marco normativo, el cual posteriormente da origen para cada tipo de Industria una serie de Normas que definen específicamente los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales. Aunque no todas las Industrias cuentan con las Normas específicas para el control de contaminantes de sus aguas residuales, en éste sentido, tiene mucho por hacer la secretaría de Salud junto con los organismos correspondientes para la elaboración de éstas Normas.

En el caso de la Industria enlatadora de Frutas y Legumbres se basa en la Norma Oficial Mexicana PA-CCA-023/93, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de ésta Industria.

La siguiente tabla indica las especificaciones de ésta Norma.

PARAMETROS	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES	
	PROMEDIO	INSTANTANEO
PH(unid. Ph)	6-9	6-9
D.B.O (mg/l)	150	180
S.S.(mg/l)	150	180
G.y A (mg/l)	10	12

D.B.O. Demanda Bioquímica de Oxígeno
S.S. Sólidos Suspendidos
G.A. Grasas y Aceites.

Los límites máximos permisibles de coliformes totales medidos como número más probable por cada 100 ml en las descargas de aguas residuales, considerando las aguas de servicios:

1000 como límite promedio diario y 1000 como límite instantáneo cuando se permita el escurrimiento libre de las aguas residuales de servicios o su descarga a un cuerpo receptor, mezcladas o no (con las aguas residuales).

"Sin Límite, en el caso de que las aguas residuales de servicios se descarguen separadamente y el proceso para su depuración prevea su infiltración en terreno, de manera que no se cause un efecto adverso en los cuerpos receptores.

En el caso en que se identifiquen descargas que a pesar del cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en ésta norma causen efectos negativos en el cuerpo receptor, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos a través de la Comisión Nacional del Agua fijará condiciones particulares de descarga para señalar límites máximos permisibles más estrictos de los parámetros siguientes:

Alcalinidad, nitrógeno, Fósforo Total, Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Disueltos. Para el muestreo se recomiendan realizar muestras compuestas (especificada en la NOM-AA-3/1988)

EL MUESTREO SE DEBE REALIZAR DE ACUERDO A LA SIGUIENTE TABLA:

Horas por día que opera el proceso generador de la descarga	Número de muestras	Intervalo entre muestras de muestras simples	
		Mínimo	Máximo
Hasta 8	4	1	2
Mas de 8 y hasta 12	4	2	3
Mas de 12 y hasta 18	6	2	3
Mas de 18 y hasta 24	6	3	4

En el caso que durante el periodo de operación del proceso generador de la descarga, ésta no se presente en forma continua, el responsable de dicha descarga deberá presentar a consideración de la autoridad competente la información en la que se describa su régimen de operación y el programa de muestreo para la medición de los parámetros contaminantes.

El reporte de los valores de los parámetros de las descargas de aguas residuales obtenidos mediante análisis de las muestras compuestas a que se refiere el punto anterior, se integra en los términos que establezcan las disposiciones legales aplicables.

En cuanto a la vigilancia. La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos por conducto de la Comisión Nacional del Agua, es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, coordinándose con la Secretaría de Marina cuando las descargas sean al mar y con la Secretaría de Salud cuando se trate de saneamiento ambiental.

Las sanciones. El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de aguas nacionales y demás ordenamientos jurídicos aplicables

"Esta Norma Oficial Mexicana no coincide con ninguna Norma Internacional"

2.7 Algunas técnicas de análisis de aguas residuales.

Existe una gran cantidad de impurezas del agua residual, éstas requieren de un método específico para cuantificarlas en un laboratorio, pero para la finalidad de ésta tesis sólo se mencionarán algunas técnicas que al parecer son las más importantes. Estas técnicas fueron recolectadas básicamente de las Normas Oficiales Mexicanas y del manual de tratamiento de aguas residuales de I.M.S.S. las cuales son sugeridas en el punto 3 de la Norma Oficial Mexicana PA-CCA-023/93. Y aunque existen algunas variantes de éstas técnicas en otras fuentes bibliográficas la finalidad es la misma.

MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES

La característica principal de una buena muestra es que sea representativa, en el caso de aguas residuales es muy importante cuidar éste aspecto por lo que se empezará por la Norma AA-3-80 que establece los lineamientos y recomendaciones para muestrear las descargas de aguas residuales.

Descripción de la técnica Aparatos y equipos

Los recipientes para las muestras deben ser de materiales inertes al contenido de las aguas residuales. Se recomiendan los recipientes de polietileno o vidrio.

Las tapas deben proporcionar un cierre hermético en los recipientes.

Se recomienda que los recipientes tengan una capacidad mínima de 2 dm³

Se permite el empleo de muestreadores automáticos, asegurándose de obtener muestras representativas.

Se deben tomar las precauciones necesarias para que en cualquier momento sea posible identificar las muestras. Se deben emplear etiquetas pegadas o colgadas, o numerar los frascos anotándose la información en una hoja de registro. Estas etiquetas deben contener como mínimo la siguiente información:

1. Identificación de la descarga
2. Número de Muestras
3. Fecha y hora de muestreo
4. Punto de muestreo
5. Temperatura de la muestra
6. Profundidad de muestreo
7. Nombre y firma de la persona que efectúa el muestreo

Se debe llevar una hoja de registro con la información que permita identificar el origen de la muestra y todos los datos que en un momento dado permitan repetir el muestreo.

Cualquiera que sea el método de muestreo específico que se aplique a cada caso, debe cumplir los siguientes requisitos:

Las muestras deben ser representativas de las condiciones que existan en el punto y hora de muestreo y tener el volumen suficiente para efectuar en él las determinaciones correspondientes

MUESTREO EN TOMAS

Se recomienda se instalen tomas en conductos a presión o en conductos que permitan el fácil acceso para muestrear a cielo abierto con el objeto de caracterizar debidamente las aguas residuales. Las tomas deben tener un diámetro de la menor longitud posible. Se recomiendan materiales de acero al carbon o de acero inoxidable.

Se deja fluir un volumen aproximadamente igual a 10 veces el volumen de la muestra y a continuación se llena el recipiente de muestreo.

MUESTREO EN DESCARGAS LIBRES.

El recipiente muestreador se debe enjuagar repetidas veces antes de efectuar el muestreo. Se introduce el recipiente muestreador en la descarga o de ser posible, se toma directamente la muestra directamente en su recipiente.

La muestra se transfiere del recipiente muestreador al recipiente para la muestra cuidando de que ésta siga siendo representativa.

MUESTREO EN CANALES Y COLECTORES.

Se recomiendan tomar las muestras en el centro del canal o colector de preferencia en lugares donde el flujo sea turbulento a fin de asegurar un buen mezclado.

Si se va a evaluar contenido de grasa y aceite se deben tomar porciones, a diferentes profundidades, cuando no hay mucha turbulencia para asegurar una mayor representatividad.

MUESTRAS COMPUESTAS.

Se recomienda que las muestras sean compuestas. Las muestras compuestas se obtienen mezclando muestras simples en volúmenes proporcionales.

Las muestras compuestas se deben tomar de tal manera que cubran las variaciones de la descarga durante 24 horas como mínimo.

PRESERVACION DE LAS MUESTRAS

Preservar la muestra con hielo en refrigeración a $277^{\circ}\text{K}(4^{\circ}\text{C})$.

El intervalo de la extracción de la muestra y su análisis no debe exceder de 3 días.

TEMPERATURA.

Deben hacerse las lecturas con el termómetro sumergido en el agua, de preferencia en movimiento, después de un tiempo suficiente hasta lograr que sea constantes. Este dato debe ser representativo de la temperatura de la corriente en el tiempo que se tome la muestra (manual de análisis de aguas residuales del I.M.S.S.).

De acuerdo a la NOM-AA-7-1980. La lectura se debe informar en grados Kelvin (°K) con aproximación de 0.1°K y el informe debe incluir éstos datos:

Identificación completa de la muestra

Referencia a éste método

Las temperaturas obtenidas, en °K

Fecha de análisis

POTENCIAL DE HIDROGENO.

El método se basa en que al poner en contacto dos soluciones de diferente concentración de iones hidrógeno, se establece una fuerza electromotriz. Si una de las soluciones tiene una concentración de iones conocida (pH), por medio de la fuerza electromotriz producida, se puede conocer el pH de otra solución (solución problema), ya que ésta fuerza electromotriz es proporcional al Ph de la solución problema. (NOM-AA-8-1980)

MEDICION DEL pH

- 1.- Se lleva el correcto manual térmico al valor de temperatura que corresponde a la muestra. La temperatura tiene dos efectos importantes: varía el potencial de los electrodos y modifica el grado de ionización de la muestra. El primer efecto se compensa por el ajuste del que disponen los mejores aparatos comerciales, el segundo es inherente a la muestra y se toma en consideración al anotar el pH y la temperatura de la muestra (La NOM-AA-8 propone determinar el Ph a 298°K 25°C)
- 2.- Se introduce el electrodo en la muestra y se pone el botón de comando operacional en la posición de pH.
- 3 - Leer el pH de la muestra, esperando que el electrodo de vidrio alcance el equilibrio (30 seg).

4 - Regresar el botón de comando operacional a la posición apagado.

5 - Enjuagar el electrodo con agua destilada.

La frecuencia de mantenimiento de los electrodos y potenciómetro depende de gran número de factores controlables y accidentes, los cuales pueden determinarse por la experiencia adquirida en el manejo de los aparatos por un periodo largo de prueba (Manual de análisis de aguas residuales I.M.S.S.)

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO

La determinación de la demanda bioquímica de oxígeno se basa en las determinaciones de oxígeno disuelto.

El procedimiento usual recomienda que la temperatura de incubación sea constante 20°C.

El agua de dilución a utilizar debe aerearse previamente con el fin de que el contenido de gases disueltos sea constante (cercano al punto de saturación).

EQUIPO.

Incubadora (ámbito 5-50°C)

Refrigerador

Estufa a 110°C

Compresora de aire

Frasco de 300 ml especiales para DBO (mínimo 3 para cada muestra).

Bureta graduada de 50 ml

Soportes metálicos

Pinzas para bureta

Pipetas volumétricas de 100 ml de punta alargada

Pipetas graduadas de 10 ml de punta alargada

Matraces Erlenmeyer de 250 ml

Matraces aforados de 1000 ml

Tubería de vidrio y hule

REACTIVOS

I.- Para la preparación del agua de dilución:

a) Solución amortiguadora de fosfatos.

Disuelva 8.5 g de KH_2PO_4 ó 21.75g de K_2HPO_4 ó 33.4 de $\text{NaHPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y 1.7g de NH_4Cl en unos 500 ml de agua destilada y diluida a un litro.

El pH de ésta solución amortiguadora debe ser 7.2 sin ajuste alguno.

b) Solución de sulfato de magnesio

Disuelva 22.5g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada y diluya un litro.

c) Solución de cloruro de calcio.

Disuelva 27.5g de CaCl_2 anhidro en agua destilada y diluida a un litro.

d) Solución de cloruro férrico.

Disuelva 0.25g de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada y diluya un litro.

2. Reactivos para la formación del precipitado amarillo que se forma cuando hay oxígeno presente.

a) Sulfato manganoso

Solución de sulfato manganoso. Disuelva 480g de $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, ó 400g de $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, ó 364g de $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ en agua destilada, filtre y diluya a un litro.

b) Reactivo de álcali-yoduro-ácido

Disuelva 500g de NaOH ó 700g de Ca(OH)_2 y 135g de NaI , ó 150g de KI en agua destilada y diluida a un litro. A ésta solución agregue 10g de N_3 (azida de sodio) disuelto en 40ml de agua. Se puede usar indistintamente la sal azida de sodio o azida de potasio.

3. Reactivo que se utiliza para romper el precipitado amarillo que se forma cuando hay presencia de oxígeno.

A) Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4)

4. Reactivo que se utiliza para la titulación

Solución de tiosulfato de sodio 0.025 N

Disuelva 6.205g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada recién hervida y enfriada y diluida a un litro.

5. Solución de almidón como indicador

Pese 5-6g de almidón y disuélvalo en una pequeña cantidad de agua destilada

Vierta esta emulsión en un litro de agua en ebullición, continúe hirviendo unos minutos y deje sedimentar por una noche.

Decante el líquido sobrenadante y presérvelo con la adición de 1.25g/l de ácido salicílico o de unas cuantas gotas de tolueno.

PROCEDIMIENTO (Método Winkler).

1. Preparación del agua de dilución.

Medir 1000ml de agua bidestilada y pasar a un matraz adecuado para aerearlo durante 30 min, ésta aireación se realiza con una bomba de vacío y haciendo la adaptación correcta al matraz para burbujear el agua.

Se suspende el vacío y se agregan los nutrientes o reactivos: solución amortiguadora de fosfatos, solución de sulfatos de magnesio, solución de cloruro de calcio, solución de cloruro férrico en una proporción de 1ml/l.

2. Inoculo de la muestra.

De la muestra se toma un volumen determinado, de acuerdo a la dilusión que se requiera

Las dilusiones recomendadas son.

Tipo de desecho	DBOs mg/l	%de dilusión
Desecho Ind. Conc.	500-5000	0.1-1.0
Agua residual domestica	100-500	1.0-5.0
efluentes tratados	20-100	5.0-25.0
Aguas superf. contaminadas	5-20	25-100

Se mide 10ml de muestra de agua residual y se afora a un litro con agua de dilusión permanente preparada, de ésta forma tenemos una dilusión al 1.0%

Se toman 3 botellas especiales para determinación de DBO con capacidad de 300 ml llenándose de la siguiente manera:

Botella 1 con agua de dilución exclusivamente(T)
Botella 2 con agua de dilución+inóculo(ODi)
Botella 3 con agua de dilución+inóculo(ODI)s

Esta serie de botellas se prepara para cada muestra.

Fijación de oxígeno disuelto inicial (ODi)

Botella No. 1. Sirve como testigo exclusivamente y se le hacen las mismas determinaciones que a la botella No 2

Botella No.2 A ésta muestra se le determina el oxígeno disuelto inicial (ODi) agregándole a la botella 2ml de sulfato manganoso más 2ml de álcali yoduro-azida, si hay oxígeno inmediatamente se forma un precipitado amarillo.

La botella tapada se agita cerca de un minuto aproximadamente y se deja reposar.

El precipitado amarillo formado cuando hay presencia de oxígeno, se disuelve agregando 2ml de ácido sulfúrico concentrado a la misma botella se agita un minuto y se deja reposar.

Titulación de la muestra para determinación de (ODi)

De la botella No. 2, a la cual se ha fijado el oxígeno disuelto inicial, se toma una alícuota de 100 ml. utilizando una pipeta volumétrica de 100 ml.

La alícuota de 100 ml se transfiere a un matraz erlenmeyer de 250 ml.

Con una bureta se titula utilizando tiosulfato de Sodio 0.025 N Es importante observar el cambio de coloración que va del color inicial amarillo huevo al amarillo paja, en ese punto se suspende la titulación y se agregan cuatro gotas de almidón soluble como indicador, apareciendo un color azul intenso.

Se continúa la titulación con tiosulfato de sodio hasta la desaparición del color azul a incoloro

Se toma la lectura de los ml. gastados de tiosulfato de sodio 0.25N. se anota para utilizarlo en los cálculos.

7

Botella No. 3. Esta muestra se utiliza para detreminar (ODI)s

Se incuba la muestra en una estufa a una temperatura de 20°C durante 5 días

Cumpliendo el tiempo de incubación, se determina la cantidad de oxígeno que contiene la muestra y el procedimiento es exactamente igual, los reactivos son los mismos al igual que las cantidades agregadas para la determinación del oxígeno disuelto inicial(ODi)

CÁLCULOS

Para calcular el oxígeno disuelto inicial se utiliza la fórmula siguiente:

l ppm ODi-ml de Na_2SO_3 gastados por factor

El factor es calculado de la siguiente manera:

$$F = \frac{N \cdot \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{Eq. Químico O}_2 \cdot 1000}{\text{ml de muestra}}$$

Los ml. de muestra sufren una corrección por la adición de reactivos.

Reactivos agregados = 4ml(2ml de sulfato manganoso+2ml de álcali yoduro-azida) en 300ml de muestra original

$$300\text{ml} - 4\text{ml} = 296\text{ml de muestra}$$

Si se pipetea 100 ml de muestra tenemos:

$$300\text{ml} - 100\text{ml} \quad x = 98.7\text{ml}$$

$$296\text{ml} - x$$

El cálculo del factor queda:

$$F = \frac{0.025 \times 8 \times 1000}{98.7} = 2.03$$

F=2.03 valor constante

2. Para calcular el oxígeno disuelto final (ODf)

Se aplica la misma fórmula que se utilizó en el (ODi), esto es:

$$\text{p.p.m Odf} = \text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ gastados} \times \text{factor}$$

Finalmente la demanda Bioquímica de Oxígeno se determina por diferencia del ODi menos el ODf dividido entre el porcentaje de dilución expresado en decimales.

$$\text{mg/l DBOs} = \frac{\text{ODi} - \text{ODf}}{\% \text{dilución}} \quad \text{NOM-AA-28}_1981.$$

SÓLIDOS SUSPENDIDOS

1 -Material:

Fibra de vidrio
Crisol Gooch
Matraz Kitasato
Bomba para vacío
Estufa
Desecador
Balanza analítica

PROCEDIMIENTO

Coloque el crisol con el disco en el aparato de filtración y aplique vacío. Humedezca el disco con agua destilada para colocarlo en el crisol Gooch.

Mida el volumen seleccionado de muestra (500ml) bien mezclada, utilizando una probeta.

Filtre la muestra a través del disco, usando succión.

Aplicando vacío, lave el aparato 3 veces con porciones de 10ml de agua destilada, permitiendo un drenado completo entre los lavados.

Interrumpa la succión remueva el crisol Gooch y séquelo en una estufa a 103°C por una hora.

Después del secado enfríe el crisol en un desecador y péselo en una balanza analítica.

CÁLCULOS.

La diferencia entre el peso del crisol a peso constante (A) y el peso del crisol después de filtrar (B), da el peso en gramos de sólidos suspendidos totales.

$$\text{p. p. m. de sólidos suspendidos} = \frac{(B-A) \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

La NOM-AA-6-1973 propone lo siguiente:

Se vierten aproximadamente las dos terceras partes superiores de la muestra a través de la malla (abertura de 3mm), teniéndose cuidado de que la materia flotante que sobrenada, quede retenida en dicha malla.

Interpretación de resultados.

Inmediatamente después de filtrada la muestra, se procede al examen de la malla.

La ausencia de materia retenida a simple vista, se considera como "ninguna" materia flotante.

GRASAS Y ACEITES

El método consiste en acidificar una muestra para extraer la grasa y aceites en solución, la grasa es entonces separada por filtración y extraída con un solvente con ayuda del aparato Soxhlet, posteriormente se evapora el solvente y se cuantifica gravimétricamente el material extraído. (NOM-AA-5-1980).

PROCEDIMIENTO(Método Soxhlet).

Poner a peso constante el matraz en una estufa a 103°C durante 1 hora, enfriar en un desecador y pesar.

Acidular la muestra con ácido clorhídrico concentrado a un pH aproximado de dos para liberar los ácidos grasos que se encuentran en forma de jabones de calcio y magnesio los cuales son insolubles en hexano

Preparación del filtrado.

Utilizando un disco de muselina cubierto con papel filtro, se coloca en el embudo Buchner, tanto el disco de muselina como el papel filtro se humedecen, presionando las orillas de éstos; aplicando vacío se hace pasar 100 ml de suspensión de diatomeas a través del filtro.

Cuando se haya filtrado toda la suspensión de diatomeas, se lava el filtro con un litro de agua destilada, suspendiéndose el vacío hasta que no pase agua a través del filtro

Filtrado de la materia.

Se recomienda utilizar 500 ml de muestra

La muestra se filtra a través del filtro aplicando vacío.

El papel filtro se pasa a un vidrio de reloj por medio de unas pinzas.

El material adherido a las orillas del disco de muselina se agrega al papel filtro.

El fondo y las paredes del embudo se limpian con papel filtro impregnado con hexano

Juntar el papel impregnado de hexano con el papel filtro que se colocó en el vidrio de reloj.

Enrollar el papel filtro junto con los que se usan en la limpieza del embudo y colocarlos en el fondo del cartucho de extracción

El cartucho se coloca en una estufa de aire caliente a 103°C durante 30 min, añadiendo al cartucho perlas de vidrio; para todo ese procedimiento se utilizan pinzas.

Extracción de grasas y aceites.

Utilizando el aparato de extracción Soxhlet, se extrae la grasa.

Este aparato debe estar debidamente instalado para evitar que los vapores del solvente puedan provocar un siniestro.

El solvente recomendado para esta extracción es el hexano y deben colocarse las 3/4 partes del solvente en el matraz.

Reflujándose durante 4 horas.

Destilación del Solvente.

Terminada la extracción de la grasa, se destila el solvente usando una parrilla eléctrica ajustada para destilación baja.

Al matraz donde se encuentra el solvente se le adapta un codo de 90° al cuál se le une un refrigerante.

Recogiéndose en un matraz el hexano destilado.

Terminada la destilación del matraz se coloca en baño maría para evaporar el remanente del solvente.

El matraz es colocado en un desecador durante 30 min pesándose finalmente en una balanza analítica (B).

CÁLCULOS

$$\text{mg/l de grasa total} = \frac{(B-A) \times 1000}{\text{ml muestra}}$$

A= peso del matraz antes de la extracción en mg

B= peso del matraz después de la extracción en mg

ALCALINIDAD

Con fenolftaleina (NOM-AA-36-1980). Transferir 100cm³ de muestra a un matraz volumétrico de 250 cm³. Agregar 3 gotas del indicador de fenolftaleina. Titular con la solución valorada del ácido sulfúrico 0.02N hasta un vire de rosa tenue a incoloro el cual indica un pH de 8.3.

Con anaranjado de metilo. Añadir 3 gotas del indicador anaranjado de metilo a la muestra en donde se tituló inicialmente con fenolftaleina o tomar una muestra nueva. Titular con la solución ácida valorada hasta un vire a color canela, el cual indica un pH=4.5.

Método potenciométrico. Transferir 100cm³ de muestra a un vaso de precipitado. Sumergir los electrodos y la barra magnética en la muestra. Indicar la agitación y titular con una solución valorada de ácido sulfúrico 0.02N, tomar lectura hasta obtener un pH de 4.5.

CÁLCULOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Alcalinidad expresada en mg/dm^3 de carbonato de calcio, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Alcalinidad como CaCO}_3, \text{ en mg/dm}^3 = \frac{V_2 \times N \times 50 \times 1000}{V}$$

En donde: V_2 = Volúmen total gastado en la titulación con la solución ácida, para un $\text{pH}=8.3$

Usando anaranjado de metilo como indicador se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Alcalinidad total como CaCO}_3, \text{ en mg/dm}^3 = \frac{V_3 \times N \times 50 \times 1000}{V}$$

En donde: V_3 = Volúmen total gastado en la titulación, (del pH inicial de la muestra hasta el pH de 4.5.

Usando potenciómetro (para concentraciones menores de 10mg/dm^3).

$$\text{Alcalinidad total como CaCO}_3, \text{ en mg/dm}^3 = (2V_4 - V_3) \times 50 \times 1000$$

En donde: V_4 = Volúmen gastado en la titulación hasta un pH de 4.5

V_3 = Volúmen gastado en la titulación hasta el punto final de $\text{pH}=4.2$

Interpretación de resultados

La alcalinidad se debe a los iones bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos y algunos ácidos débiles como silícico, fosfórico y bórico; y como los cálculos se realizan sobre una base estequiométrica, los resultados obtenidos por fórmula no representan las concentraciones de los iones.

De acuerdo a las siguiente tabla se tiene que:

RELACIÓN DE ALCALINIDADES

Resultado de la titulación	Alcalinidad de hidróxidos en CaCO_3	Alcalinidad de Carbonatos en CaCO_3	Alcalinidad de Bicarbonatos en CaCO_3
F=0	0	0	T
F=1/2T	0	2F	T-2F
F=1/2T	0	2F	0
F=1/2T	2F-T	2(T-F)	0
F=T	T	0	0

En donde:

Alcalinidad de fenolftaleína (F)

Alcalinidad Total (T).

Cuando la fenolftaleína no presenta coloración en la muestra (F=0)

1) Los carbonatos alcalinos se presentan cuando la alcalinidad con fenolftaleína no es cero, pero si es menor que la alcalinidad total.

2) Los hidróxidos alcalinos se presentan si la alcalinidad con fenolftaleína es mayor que la mitad de la alcalinidad total.

3) Los bicarbonatos alcalinos se presentan si la alcalinidad con fenolftaleína es menor que la mitad de la alcalinidad total.

Si el valor del pH en el agua fue determinado por medios electrométricos, y se calcularon los hidróxidos como mg/dm^3 de CaCO_3 , los mg/dm^3 de carbonatos y bicarbonatos puede calcularse como CaCO_3 de los mg/dm^3 de hidróxidos. La alcalinidad con fenolftaleína y la alcalinidad total se da con las siguientes ecuaciones.

$$\text{CO}_3 = 2F - 2(\text{OH})$$

$$\text{HCO}_3 = T - 2F + \text{OH}$$

NITRÓGENO

NOM-AA-26-1980. Establece el método Kjeldahl para la determinación de Nitrógeno total. Es aplicable para concentraciones mayores de 10mg de nitrógeno/ dm^3 .

El método se basa en la determinación del nitrógeno del amoníaco libre y del nitrógeno orgánico, los cuales convierte a sulfato de amonio por una digestión, en presencia de ácido sulfúrico, sulfato de amonio por una digestión, en presencia de ácido sulfúrico, sulfato de potasio y sulfato mercúrico, el nitrógeno de compuestos orgánicos es convertido a sulfato de amonio. El amoníaco es destilado en medio alcalino, absorbido en solución de ácido bórico y determinado por titulación. (Manual de I.M.S.S.)

DETERMINACIÓN DE FÓSFORO TOTAL

NOM-AA-29-1981. La Norma establece dos métodos, espectrofotométricos para determinar el fósforo (en forma de ortofosfatos) presente en el agua. Cuando la concentración de ortofosfatos es de 1 a 20mg/dm³ y/o el contenido de interferencias es alto, se recomienda usar el método de complejo amarillo de fosfovanadomolibdato; si la concentración es menor de 6mg/dm³ se recomienda emplear el azul de molibdeno, también conocido como método de cloruro estano.

Los métodos se basan en transformar los compuestos fosforados a ortofosfatos, los cuales se hacen reaccionar con molibdato de amonio para formar el ácido molibdofosfórico.

En el método de azul de molibdeno, el ácido molibdofosfórico se reduce para producir el complejo colorido conocido como azul de molibdeno. La intensidad de la coloración se determina por espectrofotometría. (Manual de I.M.S.S.)

Por el método del ácido vanadomolibdofosfórico, el fósforo en presencia del vanadio da lugar al complejo de fosfovanadomolibdato, produciendo una coloración amarilla cuya intensidad se determina por espectrofotometría.

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO

NOM-AA-30-1981. El método se basa en someter una mezcla a reflujo, conteniendo materia orgánica e inorgánica, en ácido sulfúrico concentrado y dicromato de potasio valorado.

Durante el periodo de reflujo la materia oxidable reduce una cantidad equivalente de dicromato, el remanente es valorado con una solución de sulfato ferroso amoniacal de concentración conocida. La cantidad de dicromato reducido (cantidad inicial de dicromato menos el restante después de la oxidación) es una medida de materia orgánica oxidada.

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES.

NOM-AA-20-1980. El método consiste en filtrar una muestra de agua residual a través de un crisol gooch que contiene un filtro de fibra de vidrio, verter la muestra en una cápsula de porcelana y evaporar a sequedad, por diferencia de peso entre la cápsula con la muestra y la masa de la cápsula, se conoce el contenido de los sólidos disueltos por unidad de volumen.

DETERMINACIÓN DE TURBIEDAD.

NOM-AA-30-1981. El método se basa en la propiedad de las suspensiones de partículas finas que se encuentran en el agua, de afectar a la transmisión de la luz que pasa a través de ellas. La prueba analítica de turbiedad es una medida de obstrucción óptica de la luz que pasa a través de una muestra de agua y se debe a la presencia de materia orgánica e inorgánica. (Manual de I.M.S.S.).

COLOR

NOM-AA-17-1980. La determinación del color por el método espectrofotométrico es aplicable en aguas potables, superficiales y salinas, desechos domésticos e industriales.

Este método es recomendado en agua y desechos que presentan colores muy diferentes que no pueden ser determinados por el método de platino-cobalto. El método se basa en medir la transmisión de la luz producida a través de una muestra de agua, la cual es comparada con un testigo, generalmente agua bidestilada cuya transmitancia es de 100%.

DETERMINACIÓN DEL NUMERO MAS PROBABLE (NMP) DE COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y E. COLI PRESUNTIVA.

NOM-AA-42-1987. El método se basa en la inoculación de alícuotas de la muestra, diluida o sin diluir, en una serie de tubos de un medio de cultivo líquido conteniendo lactosa.

Los tubos se examinan a las 24 y 48 horas de incubación ya sea a 30^o ó 37^oC (35 ó 37^oC). Cuando uno de los que muestran turbidez con producción de gas se resiembró en un medio confirmativo más selectivo y, cuando se busca E. coli presuntiva, en un medio en el que se puede demostrar la producción de indol.

Se lleva a cabo la incubación de éstos medios confirmativos hasta por 48 hrs ya sea a 35 ó 37 °C para la detección de organismos coliformes y a 44°C para organismos coliformes termotolerantes y R.coli.

Mediante tablas estadísticas se lleva a cabo el cálculo del número más probable (NMP) de organismos coliformes, organismos coliformes termotolerantes y E.coli que pueda estar presente en 100 cm³ de muestra, a partir de los números de los tubos que dan resultados confirmativos positivos.

DETERMINACIÓN DE CLORO RESIDUAL.

Consiste en comparar la intensidad del color de la solución problema, con una serie de soluciones patrón de concentración conocida, colocadas en una escala graduada en mg/l de cloro.(Manual del I.M.S.S.)

7

CAPITULO

III

USOS DEL AGUA DE PROCESO

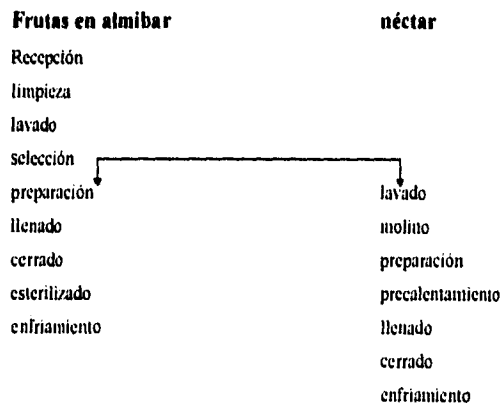
3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO. Las operaciones unitarias en el procesado de frutas y legumbres pueden tener muchas variantes, aún tratándose de un mismo producto, pero es necesario definir en forma general los procesos, tratando de abarcar los puntos más importantes para este fin, por esto, a continuación se dará una descripción breve de algunos procesos; legumbres enlatadas, mermeladas, frutas, tomate, salsas, puré y jugos.

En los diagramas se indican las partes donde se emplea agua para llevar a cabo el proceso.

EJEMPLO DE ENLATADO DE FRUTAS.

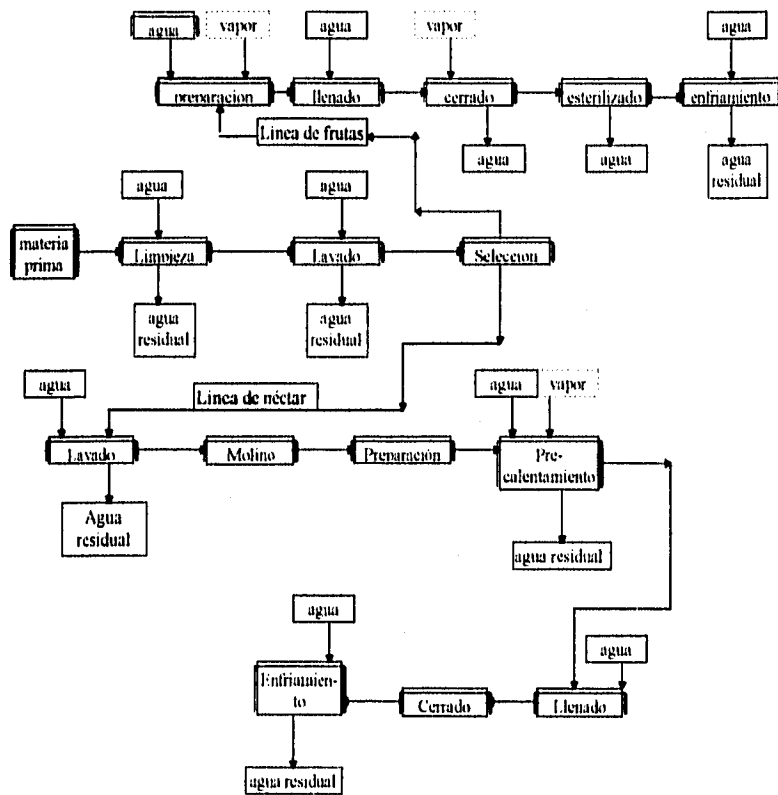
Elaboración de Néctares y frutas en almíbar.

Se prepara el néctar a partir de la pulpa obtenida mezclándola con agua, azúcar y ácido cítrico.



Para la elaboración de jugos se realiza una molienda de la fruta, se aplica una cierta presión sobre las frutas se filtra, a veces se añade azúcar y algunas veces también es necesario la adición de pectinas o algún otro método para clarificarlo, pero el proceso es similar al del néctar.

Fuente: (S.R.H. Elaboración de Frutas y Legumbres 1978).



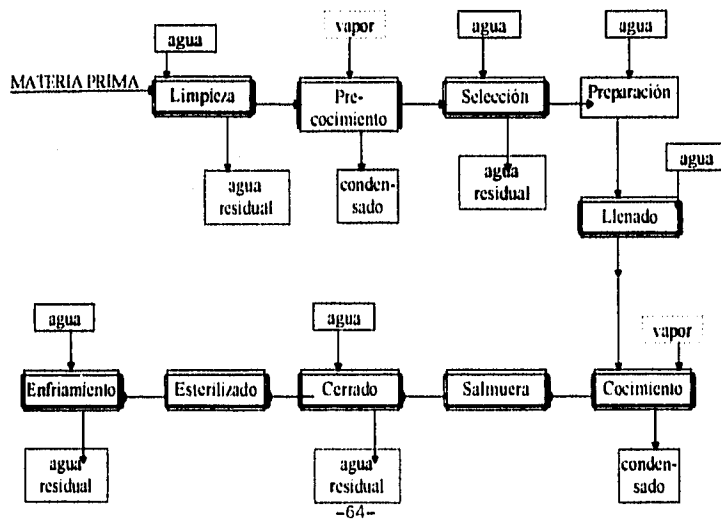
PROCESO PARA EL ENLATADO DE FRUTAS(USOS DEL AGUA Y DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL)Fuente: Alimenticia S.R.H. 1978

EJEMPLO DE ENLATADO DE LEGUMBRES

Chícharos Enlatados.

- 1) Recepción de la materia prima
- 2) Lavado. La limpieza se efectúa en jaulas de ardilla u otros dispositivos y en máquinas clasificadoras que separan los chícharos en un número predeterminado de grupos.
- 3) Precocimiento, por medio de vapor.
- 4) Selección
- 5) Preparación llenado, por medio de máquinas automáticas que introducen los chícharos en botes esmaltados, en preparación con otros ingredientes.
- 6) Llenado.
- 7) Cocimiento. Por medio de vapor
- 8) Salmuera. Con solución diluida y caliente de sal y azúcar.
- 9) Cierre. Las tapas del bote se marcan durante ésta operación.
- 10) Esterilizado
- 11) Enfriamiento

(Fuente: SRH Alimenticia 10, 1978)



ELABORACION DE MERMELADAS

- 1)Recepción
- 2)Preparación
- 3)Evaporación
- 4)Preparación final
- 5)Llenado
- 6)Cerrado
- 7)Esterilizado
- 8)Enfriamiento
- 9)Etiquetado



PROCESO PARA ELABORACION DE MERMELADA: Fuente: S.R II.

ELABORACION DE SALSAS, JUGO DE TOMATE Y PURE

La Salsa es el producto elaborado a partir de varias hortalizas especias y vinagre. En cada país existen salsas específicas de acuerdo a las costumbres. Sin embargo algunas salsas, como la catsup, son muy conocidas. Cada tipo de salsa va a variar en su formulación.

El jugo de tomate es en realidad un néctar, porque contiene pulpa. (ver elaboración de néctares).

El puré es un concentrado a base de pulpa de tomate, se clasifica de acuerdo a su contenido de sólidos de la siguiente manera:

- Puré, 10°B
- Concentrado simple, 16°B
- Concentrado doble, 29°B
- Concentrado Triple, 36°B

Los concentrados se llevan a cabo por evaporación al vacío, en sistemas continuos. *

*Fuente: Elaboración de Frutas y Legumbres S.I.R. Alimenticia No. 10 1978.

III.2. REQUERIMIENTOS DE AGUA

En el punto (III.I) Se puede apreciar que la Industria tiene ciertos requerimientos de agua para llevar a cabo sus procesos, es por ésto, que es conveniente tomar en cuenta la disponibilidad de agua que se tiene para cubrir éstas necesidades, y al respecto, la SARH, en el plan Nacional Hidráulico de 1981 realizó un estudio obteniendo los siguientes datos:

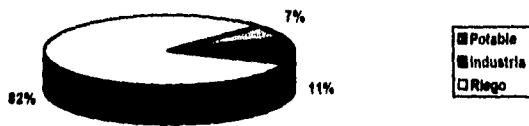
CUADRO I
DISPONIBILIDAD DE AGUA

*Disponibilidad media anual
(millones de metros cúbicos)*

Region	Escurrimiento	Recarga de acuíferos	Suma
Baja California	278	1179	1475
Noroccste	24892	2519	27411
Pacífico Centro	30277	852	31129
Balsas	31667	1785	33452
Pacífico Sur Istmo	64785	258	65043
Bravo	7600	2800	10400
Golfo Norte	40708	62	40000
Papaloapan	60576	606	61182
Chiriquia usumacinta	83883	292	84175
Península de Yucatan	29119	13000	42119
Cuencas Cerradas	3944	1728	5672
Lerma	6445	3179	9624
Valle de México	1853	2519	4372
Costa Centro	24105	162	24262
Total	410132	30941	441073

El anterior cuadro nos indica la cantidad de agua de la que podemos disponer, según la zona a la que corresponda nuestro proyecto, o donde se localice nuestra industria. Y las siguientes gráficas nos indican la demanda de agua que existe con respecto a la industria, para el riego y agua potable, tanto para el año de 1990 como para el año 2000.

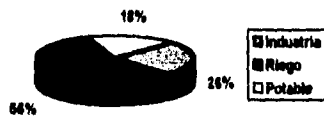
DEMANDA $87115 \times 10^6 \text{ M}^3$
 DEMANDAS DE AGUA 1990



DEMANDA: $118934 \times 10^6 \text{ M}^3$
 DEMANDA DE AGUA 2000

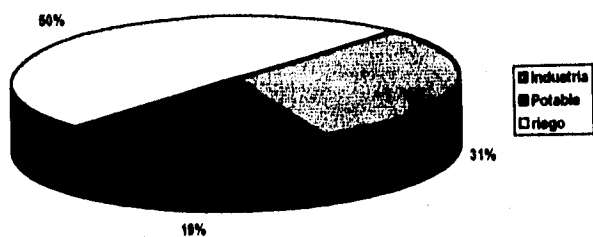


DESCARGA: $24556 \times 10^6 \text{ M}^3$
 DESCARGAS DE AGUA 1990



Fuente: Plan Nacional Hidráulico 1981. S.H.R.

DESCARGA DE AGUA 2000



DESCARGA: $30456 \times 10^6 \text{ m}^3$

Fuente: Plan Nacional Hidráulico 1981. S.R.11.

Como se puede observar en las gráficas anteriores, la descarga de agua residual irá en aumento, así como la demanda, por lo que, los requerimientos de tratamiento de aguas residuales será más necesario.

CUADRO 2**DEMANDA DE AGUA 1990**Demanda por Uso
(Millones de metros cúbicos)

REGION	AGUA POTABLE	INDUSTRIA
Baja California	247	44
Noroeste	326	432
Pacífico centro	149	655
Balsas	345	614
Pacífico Sur Istmos	167	2057
Bravo	870	624
Golfo Norte	348	1130
Papaloapan	191	2170
Grijalva usumacinta	143	316
Península de Yucatan	105	79
Cuencas Cerradas	221	195
Lerma	713	595
Valle de México	2373	565
Costa Centro	144	49
TOTAL	6342	9525

CUADRO 3**DEMANDA DE AGUA POR USO 2000**

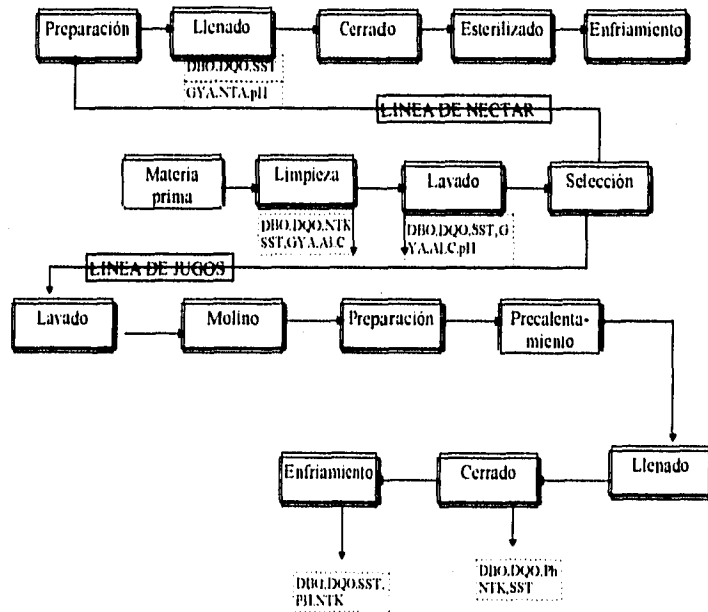
(Millones de metros cúbicos)

REGION	AGUA POTABLE	INDUSTRIA
Baja California	372	71
Noroeste	509	728
Pacífico centro	241	1070
Balsas	474	1139
Pacífico sur Istmos	234	3391
Bravo	1218	1027
Golfo Norte	504	1850
Papaloapan	262	3577
Grijalva Usamacinta	214	513
Península de Yucatan	151	123
Cuencas Cerradas	304	288
Lerma	1100	960
Valle de México	2960	788
Costa Centro	208	55
TOTAL	8755	15560

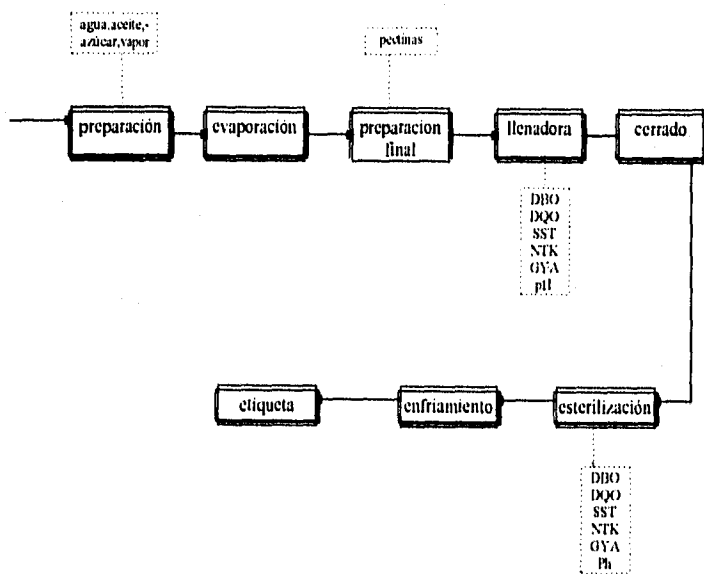
FUENTE: S.R.H. Plan Nacional Hidráulico 1981.

DEMANDAS Y DESCARGAS DE AGUA

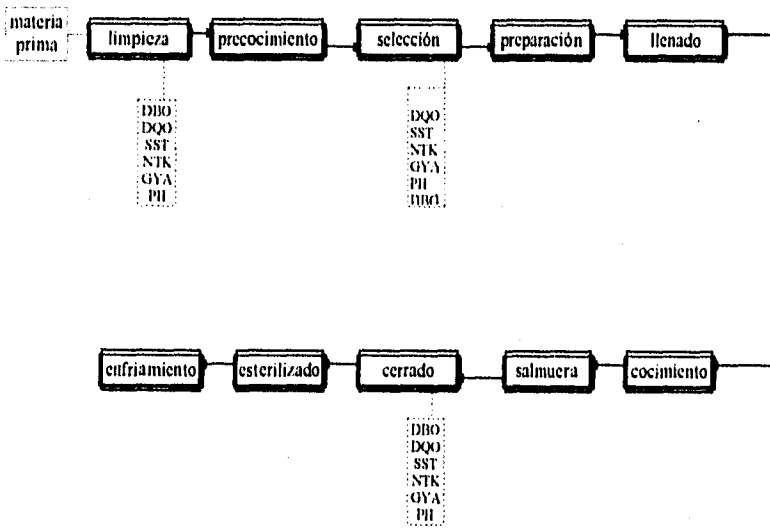
En los siguientes Diagramas se señala la demanda de agua para la industria, incluyendo la alimenticia, también se indica el porcentaje de descargas de agua residual, Así como se identifican los contaminantes presentes en las descargas de agua residual, dependiendo del proceso que se trate y las materias primas presentes.



PROCESO PARA ENLATADO DE FRUTAS (IDENTIFICACION DE CONTAMINANTES) FUENTE ALIMENTICIA No. 10 S.R.H. 1978



PROCESO DE ENLATADO DE MERMELADA IDENTIFICACION DE CONTAMINANTES Fuente: Alimenticia 10 SR11 1979



PROCESO PARA EL ENLATADO DE LEGUMBRES. IDENTIFICACION DE CONTAMINANTES. Fuente: Alimenticia No. 10 SRH 1979

Las operaciones más comunes donde se utiliza agua en el enlatado de Frutas y legumbres son:

- 1.-Lavado
- 2.-Vapor para precocido y cocimiento
- 3.-Agua para llenado de botes(en algunos productos)
- 4.-Lavado de latas
- 5.-Agua de enfriamiento
- 6.-Lavado de equipo y pisos

Los principales materiales de desecho son:

Huesos, cáscaras, hojas, tallos, azúcares, féculas y carbohidratos.

3.3 CANTIDAD DE AGUA

La Secretaría de Recursos Hidráulicos, realizó 12 estudios, con la finalidad de conocer los volúmenes y la calidad de las aguas residuales Industriales, con el fin de crear una reglamentación apropiada. En dichos estudios, abarcó la Industria Enlatadora de Frutas y Legumbres, de los Informes que obtubieron, se tienen los siguientes datos de demanda y descarga de agua residual:

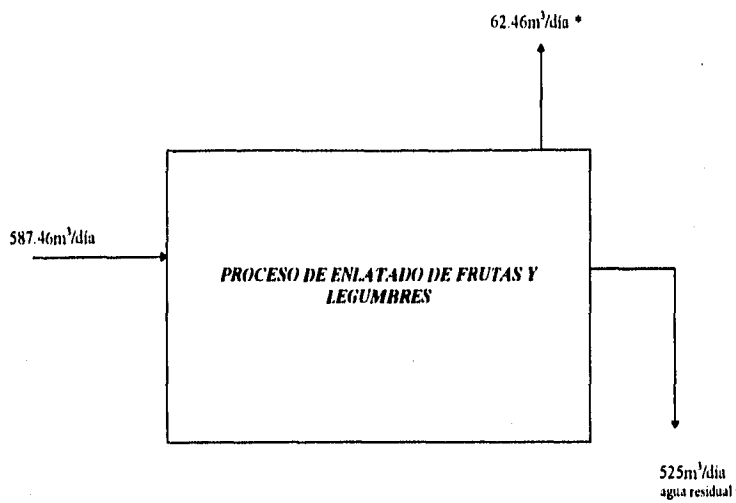
PROCESO	m ³ /día					DEMANDA DE AGUA
	LAVADO DE MATERIA PRIMA	LAVADO DE PISOS Y EQUIPO	CONSUMO DE AGUA EN EL PROCESO	ENFRIAMIENTO	PERDIDAS POR EVAPORACION	
preparación de legumbres enlatadas	200	30	0.20	15	29	274.13
preparación de mermeladas enlatadas		27	0.05	2.5	3.49	330.01
frutas enlatadas	63	6	0.15	4	8.62	81.78
productos de tomate enlatados	113	30	0.06	8	17.82	168.88
chile enlatado	17	7		2.5	3.13	29.63
TOTAL	393	100	0.46	32	62	587.46

DESCARGA DE AGUA

245
29.50
73
151
26.5
525

En dicho estudio se hace incapié en la importancia que tiene el tamaño de la planta (capacidad de producción), pues dependiendo de éste factor van a variar los volúmenes de agua y el contenido de contaminantes de aguas residuales.

BALANCE GENERAL DE AGUA



En la muestra representativa de Industrias para éste proceso, que se clasificó como planta grande, se tomó una producción de:

19000Kg/día de legumbres enlatadas

40000Kg/día de preparación de mermeladas

600Kg/día enlatado de frutas

32000 Kg/día enlatado para productos de tomate

500Kg/día enlatado de chile.

INDICES DE DEMANDA DE AGUA POR UNIDAD DE PRODUCCION

PROCESO	PRODUCCION Kg/dia	VOLUMEN DE AGUA DEMANDADA l/dia	INDICES DE DEMANDA DE AGUA l/Kg
preparacion de legumbres enlatadas	19000	274130	14.13
preparación de mermeladas	40000	33040	0.83
enlatado de frutas	600	81780	136.30
enlatado de productos de tomate	32000	18880	0.590
enlatado de chile	500	29630	52.20

3.4. CALIDAD DE AGUA REQUERIDA PARA PROCESO

Existen diversos criterios con respecto a la calidad de agua según el uso que se le vaya a dar.

Por ejemplo, es diferente la calidad de agua para las aguas dulces superficiales, aguas de estuarios, aguas costeras y aguas para uso industrial, ya que puede ser que las aguas dulces superficiales se utilicen para la industria, mientras que las aguas de estuarios se pueden utilizar para explotación de moluscos y las aguas costeras para usos recreativos, entre otros usos que se les puede dar, para esto existen tablas con características específicas según el uso señalado.

En el caso de la calidad de agua requerida en la Industria Enlatadora de Frutas y Legumbres, se tiene la siguiente tabla con los parámetros correspondientes (fuente: Water Quality Criteria - 1972 U.S. Environmental Protection Agency)

PARAMETRO	CONCENTRACION (mg/l)
Acidez (H ₂ SO ₄)	0
Alcalinidad	250
pH (unidades)	6.5-8.5
Dureza	250
Calcio	100
Cloruros	250
Sulfatos	250
Hierro	0.2
Manganeso	0.2
Cloro	(2)
Fluoruros	1(3)
Silice	50
Fenoles	3-4
Nitratos	10
Extraíbles con tetracloruro de carbono	0.2
Olor	(4)
Sabor	(4)
Color (unidades)	5
Sólidos disueltos	500
Sólidos suspendidos	10
Bacterias totales (conteo/100 ml)	(6)

(2) Para propósito de esta industria se deben clorar las aguas que se utilicen

(3) Las concentraciones en Nitratos y fluoruros en aguas para la preparación de alimentos para niños deben ser muy bajas

(4) No debe ser detectable

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

(5) Dependiendo del tipo de la sustancia presente y sus efectos que ocasiona sobre el producto en cuanto a olor y sabor, esta concentración debe ser menor.

(6) Este parámetro puede utilizarse como criterio de calidad en ciertas operaciones del proceso. Las aguas de enfriamiento se deben clorar para evitar la posible introducción de bacterias en los envases.

3.5 CALIDAD DE AGUA RESIDUAL

Del mismo estudio que se mencionó en el punto III.3 la SRH en la Investigación de campo obtuvo la siguiente tabla con las características de las aguas residuales de las Industrias que se estudiaron.

TABLA
CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Contaminantes	Concentracion
DBO	300 mg/l
DXO	500 mg/l
SST	1000 mg/l
GYA	1000 mg/l
pH	4-7 unidades
S.Sed	9 mg/l
T	17 °C
M.F.	-----

Estos datos fueron previamente analizados y sustentados por personal de la misma S.R.H.

(DBO)- Demanda Bioquímica de Oxígeno

(DXO)- Demanda Química de Oxígeno

(SST)- Sólidos totales Suspendidos

(GYA)- Grasas y Aceites

(S.S.)- Sólidos Sedimentables

(T)- Temperatura

(M.F)- Materia Flotante.

CAPITULO

IV

CONTROL DE CONTAMINANTES

La siguiente tabla contiene los datos del reglamento y los niveles de contaminantes encontrados en las aguas residuales de la Industria de enlatado de Frutas y Legumbres.

NOM-PA-CCA-023/93

Características de las aguas residuales

PARAMETROS	LIMITE MAXIMOS PERMISIBLES		CONCENTRACION
	promedio	instantáneo	
pH(unidades de pH)	6-9	6-9	4-7
DBO (mg/l)	150	180	3000 mg/l
Sólidos suspendidos (mg/l)	150	180	1000 mg/l
Grasa y aceites (mg/l)	10	12	1000 mg/l

4.1 PROYECTO EJECUTIVO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

En estudios realizados por la Comisión Nacional del Agua, se realizó un manual para tratamiento de aguas residuales el describe en que consiste un Proyecto Ejecutivo para el tratamiento de aguas residuales.³³

Un proyecto ejecutivo para el tratamiento de aguas residuales está constituido fundamentalmente por:

Estudio de Ingeniería básica

Estudio de Factibilidad

Proyecto de detalle

1.- La Ingeniería básica. Comprende el conjunto de actividades de campo, laboratorio y gabinete, mediante las cuales se identifica el problema en forma cuantitativa, a través de muestreos, aforos, y análisis de laboratorio y, se define el marco físico y económico en el cual se debe desarrollar.

2.- El estudio de factibilidad. involucra el planteamiento de alternativas técnicas en base a la problemática identificada, la cual incluye tanto datos de calidad y de infraestructura, como legales o normativos, , en cuanto a la descarga en función de su disposición final o su uso.

Además contempla el análisis técnico-económico de dichas alternativas y la selección de la más adecuada.

El proyecto de detalle. Contempla el desarrollo de los diseños, dimensional, hidráulico, estructural arquitectónico y electromecánico, así como los trabajos de apoyo correspondientes: topografía a detalle y mecánica de suelos.

Adicionalmente comprende el catálogo de obra y presupuesto, así como las especificaciones constructivas y de equipamiento el manual de operación y mantenimiento y el estudio económico-financiero para la ejecución de la obra.

La información técnica se presenta en memorias de cálculo y planos constructivos.

Como se puede observar, el proyecto de detalle se desarrolla en conjuncion Ing. Civiles, Arquitectos, Ing. electromecánicos, etc. según las necesidades de la planta.

4.2 TRABAJOS PRELIMINARES E ING. BASICA.

Para el desarrollo adecuado de un proyecto de conducción y tratamiento de aguas residuales, se debe proceder a la recopilación de la información que en conjunto constituye los datos básicos que regirán el diseño del sistema.³²

Los principales datos básicos que deben ser considerados en éste tipo de proyectos son:

- Marco físico(localización de la planta)(tipo de suelo).
- Capacidad de la planta (posible expansión)(flujo de agua residual)
- Servicios
- Generación de aguas residuales(ver balance general de agua)
- Usos actuales y potenciales de las aguas residuales(cumplir con el reglamento,(vertimiento al alcantarillado).
- Requerimientos de la calidad del agua tratada (cumplir con el reglamento)
- Posibilidades de disposición.

Marco físico.

- Topografía
- Geología
- Edafología
- Hidrología
- Climatología.

De ésta manera se dispondrá de la información necesaria para seleccionar, ubicar y diseñar convenientemente el sistema de tratamiento.

Respecto a los datos hidrológicos y climatológicos, éstos presentan especial importancia tanto para la selección del proceso de tratamiento como para su diseño, por lo que deberá contar con datos que comprendan por lo menos los últimos veinte años.

SERVICIOS. El conocimiento de los servicios con que cuenta una población resulta de suma utilidad para diferentes aspectos del proyecto:

Por una parte nos indica la infraestructura de que se dispone para el desalojo de las aguas residuales, así como de los volúmenes de agua que es posible esperar de acuerdo a las coberturas de agua potable y alcantarillado.

Alcantarillado. Respecto a éste punto resulta de fundamental importancia considerar las partes que constituyen el sistema, así como su estado actual de conservación y operatividad.

La información debe ser resumida para su conveniente análisis es la siguiente:

- Sitios de vertido de las aguas residuales.
- Planos en planta y perfil con indicaciones de gasto de conducción, clase de tubería, diámetro, elevaciones de terreno y de plantilla.
- Estaciones de bombeo existentes, planos y localización.
- Red de alcantarillado, planos e indicaciones de gasto de conducción, clase de tubería, diámetro.
- Espectativa de crecimiento de la Industria.

Agua potable. En relación a éste servicio, se debe recabar información correspondiente a:

- Tipo y número de fuentes de abasrecimiento
- Estado actual de conservación y operatividad del sistema de captación, conducción y distribución.
- Dotación
- Cobertura de servicio.

Esta información permitirá obtener datos relacionados con la generación esperada de aguas residuales.

Desde luego, tales dotaciones se ajustan en la práctica a las necesidades de la industria.

Usos Actuales y potenciales del agua residual. Debido a las diferentes exigencias de calidad que demandan los diferentes usos, la identificación y el establecimiento del uso potencial, orientará la selección del nivel de tratamiento. En éste caso, la finalidad es cumplir con el reglamento, para verter en el alcantarillado municipal.

Requerimientos de la calidad del agua residual. La calidad con que deberá ser descargada el agua de la planta de tratamiento estará en función de dos aspectos: la

normatividad vigente de acuerdo al sitio de disposición y, el rehuso establecido para las aguas tratadas.

El estudio de los planes de diseño de la planta debe llevarse a cabo preferentemente en coordinación con las autoridades locales.

Normatividad. Como se mencionó anteriormwemente en el capítulo II la Legislación Mexicana establece a través del reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas, las características que deben poseer las aguas residuales de la industria enlatadora de frutas y legumbres.

4.3. PROCESO UNITARIOS DE TRATAMIENTO

La gama de opciones que existe actualmente para tratar las aguas residuales es muy amplia, habiendo alcanzado la tecnología en éste campo un notable desarrollo.

Sin embargo, en todos los casos los procesos requeridos para el tratamiento de aguas residuales dependerán de los siguientes objetivos:

- Eliminación de sólidos suspendidos de gran tamaño.
- Eliminación de grasas, aceites y sólidos grasos.
- Eliminación de sólidos coloidales.
- Neutralización de acidez o alcalinidad excesivas.
- Eliminación ó estabilización de sólidos disueltos orgánicos y minerales.
- Desinfección.

Los diferentes procesos para lograr los objetivos anteriores se ajustan como:

Procesos Físicos.

Procesos químicos.

Procesos biológicos.

Procesos físicos de tratamiento son los métodos en los cuales predomina la aplicación de fuerzas físicas como la gravedad.

Los procesos químicos de tratamiento son los métodos en los cuales la remoción o conversión de contaminantes se lleva a cabo por la adición de sustancias químicas y por el desarrollo de reacciones químicas.

Procesos biológicos de tratamiento son los métodos en los cuales la remoción de contaminantes se lleva a cabo fundamentalmente por actividad biológica.

El la siguiente tabla se muestra como se agrupan los diferentes procesos de tratamiento bajo ésta clasificación, señalándose además su relación con otro tipo de agrupación de procesos que se usa comúnmente en el campo de tratamiento de aguas: Pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario o avanzado.

PRETRATAMIENTO	TRATAMIENTO PRIMARIO		TRATAMIENTO SECUNDARIO	TRATAMIENTO Terciario	
	Químico	Físico	Remoción de materia orgánica (DBO)	Remoción de sólidos en suspensión	
cribado	neutralización	flotación	lodos activados	sedimentación	coagulación
desarenado	coagulación	sedimentación	laguna de estabilización		filtración
separación de grasas y aceites	cloración		lagunas aeradas		adsorción
			aeración extendida		intercambio iónico
			filtros biológicos		osmosis inversa
			biódiscos		electrodíalisis
			digestión (WASB)		desinfección

Nota: En lodos activados quedan comprendidos los procesos de: Mezcla completa, estabilización por contacto y aeración esalonada.

En aeración extendida quedan comprendidas las zanjas de oxidación.

En las lagunas de estabilización se incluyen: lagunas aeradas, facultativas y aerobias.

Fuente: Manual de operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales.

4.4. TRATAMIENTO PARA CONTROL DE CONTAMINANTES.

Debido a que el estudio se realizó con información bibliográfica, también se propone un sistema de tratamiento de aguas residuales de acuerdo a los datos proporcionados por la SARH y una compañía de productos químicos dedicada también al diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales.

El sistema consiste en lo siguiente:

CRIBADO

NEUTRALIZACION

SEDIMENTACION PRIMARIA

CASS

FILTRADO DE LODOS

CRIBADO. Se llama cribado al proceso físico mediante el cual se elimina de las aguas residuales los sólidos grandes que contiene, los cuales pueden dañar u obstruir tuberías y bombas, o interferir con procesos subsiguientes de tratamiento.

El cribado se lleva a cabo mediante el uso de cribas o rejas constituidas por barras paralelas colocadas en un canal de rejas

Las características que definen los diferentes tipos de cribado son:

El tipo de limpieza: Cribado con limpieza manual

Cribado con limpieza mecánica.

La abertura entre barras: Cribado grueso

Cribado medio

Cribado fino.

Cribado con limpieza Mecánica: Para el diseño de éste proceso se consideran los siguientes datos básicos:

- Gasto. Se diseñará con el gasto máximo
- Características de los sólidos por remover.

Se determinará de acuerdo a las condiciones particulares existentes, el rango de tamaño de sólidos que es necesario remover.

Criterio de diseño. *

- separación entre barras.

Separación entre 1.6 y 7.6cm.

- Velocidad de aproximación en el canal.

Entre 45 cm/s. y 60 cm/s.

- Velocidad máxima entre rejas.

Para gasto máximo, velocidad máxima 90 cm/seg.

- Colocación de la reja.

Colocación en el canal de 70° a 90° respecto al piso del mismo, después de un escalón de 10 cm a 15 cm.

- Espesor de barras.

Espesor de 0.6 a 1.6 cm.

* Se tomó el criterio para el sistema de tratamiento del estudio realizado por la S.A.R.H. en Alimenticia No. 10. Fuente No. 15

4.4.2. SEDIMENTACION

Se denomina sedimentación al proceso físico mediante el cual se separan del agua por efecto gravitacional, los sólidos en suspensión que tengan un mayor peso específico que la misma.

En una planta de tratamiento de aguas residuales se utilizan comúnmente dos fases de sedimentación.

La denominada sedimentación primaria, que es aplicada al agua que ha sido sometida solamente a un pretratamiento (cribado), y la sedimentación secundaria aplicada a un afluente de un proceso de tratamiento biológico, como mecanismo para eliminar la biomasa formada en el proceso de eliminación de materia orgánica disuelta y coloidal.

En el proceso de sedimentación ocurren dos fenómenos mediante los cuales son eliminadas tanto sustancias orgánicas como inorgánicas:

Los sólidos y líquidos de menor peso específico que el agua, flotan a la superficie del tanque formando natas que serán removidas mediante un sistema mecánico de barrido denominado desnatador (en éste caso se incluyen grasas y aceites.).

Los sólidos de mayor peso específico que el agua se van al fondo del tanque, depositándose en el piso del mismo, de donde son eliminados mediante un mecanismo que barre el fondo del tanque, empujando los sólidos a una tolva de donde son desalojados generalmente por carga hidráulica.

Dependiendo de su procedencia, sedimentador primario o secundario, los sólidos sedimentados recibirán el nombre de lodos primarios o lodos secundarios, llamándose a éstos últimos también lodos biológicos.

El factor más importante en el diseño de sedimentadores es el correspondiente a las características de sedimentación de las partículas suspendidas, por lo que los resultados de las pruebas de tratabilidad son de fundamental importancia para el correcto dimensionamiento del tanque.¹³

Otros factores que afectan la sedimentación son:

La temperatura del agua, los cortos circuitos, el tiempo de retención, la carga hidrostática superficial y de sólidos y la carga sobre vertedores.

Los sedimentadores, tanto primarios como secundarios, pueden ser de geometría circular o rectangular.

SEDIMENTACION PRIMARIA CON RASTRAS Y DESNATADOR.

Datos básicos:

-Gasto

Se diseñará con el gasto medio y se comprobará la carga hidráulica y de sólidos para gasto máximo.

-Sólidos suspendidos totales.

Del resultado de la caracterización de las aguas residuales se considerará la concentración de sólidos suspendidos totales para estimar la carga de sólidos y determinar la cantidad de los lodos que serán obtenidos.

-Porcentaje de sólidos suspendidos volátiles.

Se considera el porcentaje volátil de los sólidos suspendidos para estimar la fracción biodegradable de los lodos producidos.

-Concentración de DBO.

Se determinará la concentración de materia orgánica en el efluente del sedimentador de acuerdo a la concentración inicial y porcentaje de remoción estimado esperado.

Criterios de diseño.*

-Tiempo de retención.

Generalmente de 1.5 h a 2.5 h

-Velocidad de rastras.

Para tanques rectangulares de 0.6 a 1.2 m/min se asume una carga de sedimentación de 12 m³/día/m

Flujo de agua residual = 525 m³/día

$$\text{Area} = B/A \ 525 \text{ m}^3/\text{día} = 43.8 = 44 \text{ m}^2$$

12 m³/dia/m²

Diámetro = 7.5m

Cuando el diámetro es menor de 10 metros se recomienda usar sedimentadores rescangulares, para proporcionar la sedimentación.

Dimensiones del tanque rectangular: (se recomienda que aproximadamente sea 3 veces más largo que ancho).

Largo = 12 m

ancho = 4 m

Se asume una altura de 3 m

Para todos los casos, además del dimensionamiento del tanque de sedimentación, el diseñador deberá considerar:

- La producción de lodos primarios en masa y volúmen.
- La determinación de la potencia instalada requerida y la especificación del equipo correspondiente.

El dimensionamiento y la determinación de las características del vertedor para el efluente, del baffle de retención de natas y de la caja o sistema de colección de natas.

- El dimensionamiento de la canaleta recolectora y las características hidráulicas del proceso.

Bombas para lodos.

Asumiendo una consistencia de sólidos del 1% y una concentración de SST removidos según tratamiento = 700 mg/litro.

$$52500 \text{ l}/700 \text{ mg/l} = 367.5 \text{ Kg de sólidos/día.}$$

Si 367.5 kg/día -----1%

masa total-----100%

masa total = 36750 Kg.

asumiendo que 1Kg = 1 litro se tiene un volúmen = 36750 litros.

Flujo de bombas = 36750 l/día = 25.5 l/min
24 horas x 60min

Se requieren dos bombas de 30 l/min c/u

Tanque para grasas y aceites.

Asumiendo que se remueven 950 mg/l de G y A

525000 l/día x 950 mg/l = 499 mg/día

499 mg/día x 1Kg/1000mg = 0.499Kg/día.

*Se emplea el criterio utilizado según fuente no. 15.

4.4.3. SISTEMA CASS(CYCLIC ACTIVATED SLUDGE SYSTEM) PARA DEPURAR AGUAS RESIDUALES.

El sistema CASS incorpora la tecnología de los sistemas SBR, usando periodos secuenciales de aireación y sedimentación, por lo que la biodegradación de la materia orgánica y la separación de los sólidos se lleva a cabo en un solo tanque. La secuencia cíclica es la siguiente:

Llenado-Aereación; llenado/sedimentación; Decantación; llenado-aereación; etc.

El sistema funciona como un bioreactor variable, proporcionando la flexibilidad adecuada para manejar el caudal de aguas residuales producidas. Así, ya que sólo se necesita variar el control automático de nivel o el tiempo de aireación, pueden depurarse los caudales conforme vayan incrementándose, hasta alcanzar la máxima capacidad de diseño. Una de las mayores ventajas de los sistemas tipo sbr es la creación de condiciones casi perfectas para la sedimentación de los lodos, ya que en esta fase del ciclo se interrumpen los procesos de mezclado y/o aireación que impiden o disminuyen la formación de floculos y su posterior sedimentación.

El sistema se activa automáticamente para trabajar en cualquiera de los ciclos de operación: normal ó extraordinario. El primer ciclo opera con el caudal generado en condiciones normales, mientras que el ciclo de operación extraordinario puede manejar, sin ningún problema y por periodos prolongados, un caudal 6 o 7 veces mayor al caudal normal. El único efecto perceptible será únicamente en la producción de lodos de desecho.

La selección del sistema CASS se basa en lo siguiente:

- Maneja sin problema las amplias variaciones de flujo y carga orgánica.
- Produce un efluente que cumple con las normas oficiales.

-Los lodos de desecho se pueden utilizar como mejoradores del suelo debido a que fueron digeridos y estabilizados por el sistema.

-La operación es automática y requiere poca mano de obra.

-Ocupa poco terreno (importante en una industria)

-Puede crecer de acuerdo a las necesidades

Este sistema se ha utilizado en diversas partes del mundo con buenos resultados , y dentro de las Industrias que se han instalado se encuentra también la Industria de Alimentos y más específicamente en procesos de envase de alimentos tales como: salsas, frutas, etc.

Con éste proceso se logra la estabilización del 85 al 95% de la materia orgánica, transformándose la DBO soluble en materia celular producto del metabolismo de los microorganismos que intervienen en la estabilización. Considerándose una eliminación teórica del 100% de los mismos.

CAPITULO

V

SEGURIDAD E HIGIENE

Una planta de tratamiento tiene riesgos potenciales similares a cualquier instalación industrial y algunos peligros muy específicos.

Por ello el operador debe realizar con mucha precaución todas sus actividades dentro de la planta de tratamiento y debe estar preparada para proteger y socorrer a cualquier otra persona que pudiera quedar expuesta. En éste sentido es importante la capacitación del personal tanto en primeros auxilios como medidas de seguridad y protección.

(Fuente: curso de capacitación aguas residuales SICTEC).

Un manejo eficaz de una planta de tratamiento de aguas residuales requiere que todos los aspectos de operación, incluyendo la práctica de seguridad, sean del más alto nivel posible.

La seguridad en una planta de tratamiento, comienza desde su concepción, diseño y construcción, y continúa durante la operación y mantenimiento de la misma. En éste sentido habría que señalar que la prevención de accidentes dentro de una planta sólo puede llevarse a cabo, pensando y actuando con seguridad. Es necesario reconocer las condiciones y acciones que pueden ser potencialmente riesgosas y tomar las medidas necesarias para eliminar o prevenir los accidentes.

5.1. DEFINICION DE SEGURIDAD

La seguridad en una planta de tratamiento se define como "El conjunto de conocimientos técnicos cuya aplicación reduce, controla, elimina y/o evita accidentes, a través del establecimiento de una serie de reglas que atacan las causas que los pueden producir. Al respecto se puede decir que los accidentes no son previsibles pero si prevenibles y el hecho de que ocurra uno, produce, como ya se mencionó consecuencias tanto económicas como psicológicas y sociales.

5.2. IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD.

La seguridad permite proteger la inversión que se realiza en el desarrollo del personal, manteniéndolo vivo, saludable y en óptimas condiciones para realizar su trabajo.

La seguridad refuerza y promueve la confianza del operador en el desarrollo de sus funciones.

La seguridad reduce la probabilidad de daños y/o muertes debido a accidentes.

La seguridad previene daños o pérdidas de las instalaciones y equipo de la planta de tratamiento, lo cuál tiene un efecto directo en los costos de mantenimiento.

La seguridad contribuye a mejorar la eficiencia total de una planta de tratamiento.

Fuente: Manual de Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas CNA.

Nota: En el listado anterior sólo se mencionan algunos aspectos de seguridad no se pretende agotar el tema.

Son dos los aspectos de suma importancia para la operación eficiente de una planta de tratamiento de aguas residuales: La salud ocupacional y la seguridad física.

Cuando se habla de riesgos de salud ocupacional se está hablando de sustancias que atacan directamente al tejido del cuerpo, tanto interna como externamente. Entre éstos están los venenos, agentes corrosivos, polvos, humos, grasas y vapores. Los agentes biológicos infecciosos pueden atacar similarmente al tejido humano. A nivel de riesgos ambientales la energía radiante (radiación infrarroja o ultravioleta, radiaciones ionizantes y partículas), ruido, iluminación temperatura, humedad, vibración, shocks y deficiencias de oxígeno los cuales son algunos de los más importantes. En cuanto a los riesgos de la seguridad física se pueden mencionar a los incendios, quemaduras, explosiones, shocks eléctricos, caídas, ahogamientos, golpes, partes de maquinaria en movimiento, manejo de materiales, picaduras y aplastamientos.

También se propone un agrupamiento de la siguiente manera:

Daños físicos: aquellos debidos al manejo de equipo o a la ausencia de éste, promoviendo la ejecución de actos inseguros.

Daños biológicos. Aquellos debidos al contacto, ingestión o inhalación de los agentes patógenos contenidos en las aguas residuales.

Daños químicos. Los que se presentan por el manejo de sustancias químicas tóxicas o por la exposición accidental a éstos.

Daños radiológicos. Aunque no reportados con frecuencia, se deben al manejo y/o exposición a fuentes radioactivas.

Los factores mencionados, abarcan una gran variedad de agentes que normalmente son causantes de accidentes dentro de una instalación de tratamiento. No obstante los accidentes tienen una gran cantidad de variantes en cada planta. De cualquier forma, en cualquier planta de tratamiento el objetivo es identificar todos los peligros, tanto los atribuibles a las condiciones de trabajo como los debidos a procedimientos de operación inseguros. Por tal efecto, es útil hacerse algunos cuestionamientos respecto a cada una de las operaciones que se realizan dentro de las plantas de tratamiento. Por ejemplo:

- 1)- ¿Existe algún peligro de golpear contra algo, ser golpeado por algo o entrar en contacto perjudicial con algún objeto?
- 2)- ¿Puede quedar atrapado el trabajador, dentro, sobre o entre algunos equipos?
- 3)- ¿Tendrá que esforzarse demasiado para empujar, tirar o levantar algo?
- 4)- ¿Puede resbalar o tropezar? ¿Puede caer a su mismo nivel o a otro nivel más bajo?
- 5)- Presenta peligros el ambiente?(gases tóxicos, vapores, humos, polvos, calor o radiaciones).

Como se puede observar mucho de lo que se requiere es entido común, estrecha observación y un buen conocimiento del trabajo y lo que éste involucra.

5.3. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.

Es necesario el uso de equipos para protección personal. El equipo con que debe contar el personal de una planta de tratamiento de aguas residuales depende de las necesidades de cada planta, pero en general éstos son algunos de los elementos que existen con este fin.

Equipos de protección:

- 1.- Cabeza. (cascos)
- 2.- Ojos y cara(lentes)
- 3.-Manos(guantes)
- 4.- Pies(botas)
- 5.- Cuerpo(batas)
- 6.- Aparato respiratorio(mascarillas)
- 7.- Cinturones de seguridad(Existen de diversos materiales para los diversos usos)
- 8.- Escaleras
- 9.-Extintores

5.4 PROCEDIMIENTOS Y REGLAS DE SEGURIDAD.

En una planta de tratamiento deben existir procedimientos y reglas de seguridad.

Los procedimientos y reglas de seguridad están diseñados, para atender y proteger al operador en su trabajo. Estas reglas deben establecerse claramente y ser realistas. Deben ser lógicas, hacer énfasis en la responsabilidad individual.

A cada empleado debe entregársele una copia de las reglas de seguridad, siendo su responsabilidad estudiar y aplicar cada una de ellas, así como de los administradores de las plantas, asegurarse de que éstas sean conocidas y puestas en práctica portodo el personal.

Las medidas de seguridad generales que deben de ser entendidas y llevadas a cabo por cada uno de los empleados son las siguientes:

- Todas las reglas de seguridad orales y escritas deben ser observadas y los riesgos asociados con un trabajo específico debidamente identificados.
- No se debe comenzar ningún trabajo a menos que se hallan recibido las instrucciones apropiadas y sean completamente entendidas.
- Cualquier condición peligrosa, equipo inseguro, o prácticas de trabajo inseguros, deben reportarse al supervisor inmediatamente.
- Se prohíbe correr en el interior de la planta, excepto en casos de emergencia.
- El equipo que implique movimiento, no debe ser operadp a menos que se reciban las instrucciones para su adecuado uso.
- Se prohíbe hacer bromas, alborotos o cualquier otro tipo de juegos.
- Está prohibido reportarse bajo la influencia de alcohol o drogas o llevar personas en éstas condiciones.
- Bajo ninguna circunstancia debe sacrificarse la seguridad por realizar un trabajo apresuradamente.

-Ningún trabajo debe considerarse finalizado hasta que la seguridad de próxima persona que utilizará el equipo o las instalaciones haya sido checada.

No obstante que en cualquier planta de tratamiento de aguas residuales deben tomarse en cuenta las reglas generales a seguir, como las mencionadas en incisos anteriores, existen algunos lineamientos de seguridad que son específicos para cada tipo de tratamiento.

5.5. PROGRAMA DE SEGURIDAD Y REGISTRO DE ACCIDENTES.

Un programa de seguridad es un método administrativo en donde se asignan responsabilidades, con el objeto de prevenir accidentes mediante el establecimiento de las medidas de seguridad, que deberán ser llevadas a cabo.

Un programa de seguridad debe incluir básicamente los siguientes aspectos:

- Establecimiento de una política que incluya los principales objetivos del programa.
- Un listado de estándares de prácticas, reglas y procedimientos.
- Un listado de asignación de responsabilidades.
- Reforzamiento de las reglas de seguridad, y acciones disciplinarias.
- Un mecanismo para detectar y corregir fallas.
- Procedimiento para reporte e investigación de accidentes.
- Procedimiento para el uso de productos químicos
- Procedimiento para documentación de accidentes en la planta.

5.6. PRINCIPIOS DE HIGIENE.

A continuación se mencionan las mínimas medidas de higiene para prevenir infecciones dentro de una planta de tratamiento, y las acciones que deben realizarse en caso de lesiones.

- Mantener en la planta botiquines de primeros auxilios para atender, con toda prontitud, todas las lesiones que se presenten, independientemente de su gravedad.
- Para todas las lesiones, excepto las muy leves, hay que acudir al médico.
- Deben mantenerse a la vista, en todos los aparatos telefónicos, los números de emergencia, como son: Cruz roja, Cuerpo de bomberos y Policía.

-Deben usarse guantes de material plástico, para evitar infecciones, al trabajar con equipos o sus partes que hayan estado en contacto con las aguas residuales. cuando se tenga lesiones en la piel, deberán seguirse además las indicaciones que dictamine el médico.

-Durante el trabajo hay que evitar tocarse con los dedos los ojos, nariz, y boca; ya que infinidad de infecciones pueden acarearse en las manos. Por lo tanto, jamás deberán tomarse alimentos durante horas de trabajo.

-Después del trabajo y antes de comer deben lavarse las manos con abundante jabón y agua caliente.

-Las uñas deben mantenerse cortas y, si alguna materia extraña se alojara en ellos, deberán limpiarse con un cepillo y jabón.

-Jamás deberán fumarse cigarrillos durante las horas de trabajo.

Las medidas anteriores son de gran ayuda para evitar infecciones en los operadores, pero se recomienda que, por lo menos, se esté al corriente de la vacunación contra tétanos, tifoidea y viruela.

Fuente: SICTEC. Aguas residuales y plantas de tratamiento.

5.7. MANTENIMIENTO, RUTINAS DE CONTROL DE LOS DESECHOS LIQUIDOS

Inventario y Clave. Esto tiene como finalidad conocer el tipo y cantidad de dispositivos para la recolección y tratamiento de los desechos líquidos a fin de poder determinar las actividades rutinarias que para lograr un buen control deberán ejecutarse.

Por ejemplo:

Cribas Cs

Sedimentador TS

Esta clave va a ser denominada a criterio del Ingeniero, la finalidad es darle una clave a cada dispositivo.

Posteriormente se define también actividades, periodicidad y duración. Por ejemplo:

ACTIVIDADES	PERIODICIDAD	DURACION
Sedimentador	limpieza cada semana	1 hora
	inspeccion diaria	10 min
Rejillas	limpieza diaria	10 min

Por último es importante la formación de rutinas.

Formación de rutinas. Tiene por objeto programar las actividades para el manejo y control de los líquidos a fin de conservar y mantener en buen funcionamiento las instalaciones.

Fuente: Manual básico para control de desechos líquidos. IMSS.

Procedimiento:

- a) Obtener el plano de la planta de tratamiento
- b) Localizar los dispositivos que integran el sistema de recolección y tratamiento.
- c) Determinar las rutinas de inspección y limpieza en función de la periodicidad y el tiempo de duración
- d) Determinar el tiempo de cada rutina

e) Programación de rutinas.

Cualquier condición peligrosa, equipo inseguro, o prácticas de trabajo inseguros, deben reportarse al supervisor inmediatamente.

- Se prohíbe correr en el interior de la planta, excepto en casos de emergencia.
- El equipo que implique movimiento, no debe ser operado a menos que se reciban las instrucciones para su adecuado uso.
- Se prohíbe hacer bromas, alborotos o cualquier otro tipo de juegos.
- Está prohibido reportarse bajo la influencia de cualquier droga o bajo efectos de alcohol.

CONCLUSIONES

En la actualidad es importante tener un control de contaminantes de aguas residuales ya que el deterioro ecológico es muy significativo, es por esto, que en la industria se estado tomando medidas tanto de tipo preventivo, así como de tipo correctivo, esto es, en base a la normatividad con que se cuenta actualmente se han venido implementando sistemas de tratamiento para los desechos industriales, en éste caso de las aguas residuales de la industria de alimentos. Estas medidas son de caracter prioritario y urgente y al respecto, se puede decir que se cuenta con la tecnología suficiente para atacar este problema, aunque también se puede decir que un control efectivo de los efluentes residuales implica inversiones y costos significativos que que va a tener un impacto importante en la industria, por lo que, es importante impulsar este tipo de proyectos de una manera preventiva en lugar de correctiva. Y en el caso de la industria ya instalada, buscar la forma de mayor rentabilidad es este tipo de proyectos.

Es importante fomentar la investigación en el aspecto del desarrollo de procesos mas eficientes y adaptables para cada industria, pues, empezando con el caso de la industria procesadora de alimentos, cada tipo de industria tiene diferente calidad de aguas residuales por lo que requiere de un tratamiento específico para cada tipo de industria, y esto es solo como un ejemplo porque como sabemos, existe una gran diversidad de industrias dedicadas a procesar otro tipo de productos, que también requieren de agua como un elemento indispensable para su funcionamiento.

Por otra parte, como se puede ver, en esta tesis se habló de un caso muy específico sobre la industria enlatadora de frutas y legumbres y se dio solamente una alternativa tecnológica para el tratamiento de sus aguas residuales, sin embargo, existen otros tipos de tratamiento que posiblemente darian la misma calidad de tratamiento final al agua, pero en este caso no se realizó un estudio económico-financiero, y como sabemos que éste aspecto generalmente es el que tiene mayor importancia en la ejecución de cualquier

proyecto, pues como se mencionó anteriormente esto tiene un impacto importante de la rentabilidad de una industria.

Aunque también se puede decir que actualmente existe una gran cantidad de firmas dedicadas al tratamiento de aguas residuales de la industria, cualesquiera que ésta sea y lógicamente tienen competencia para justificar económicamente y en calidad los resultados de su trabajo en el tratamiento de las aguas residuales.

Por último es conveniente mencionar la importancia de conocer los aspectos más indispensables para desarrollar el proyecto para el tratamiento de aguas residuales provenientes de una industria que podrían ser:

1. Estudio de ingeniería básica
2. Estudio de factibilidad
3. Proyecto de detalle

En los cuales se contemplan todos los aspectos para poner en marcha un sistema de tratamiento de aguas residuales, en el cual el ingeniero en alimentos debe de tener conocimiento para su aportación como individuo hacia el mejoramiento del medio ambiente, así como integrante de un sistema productivo que tiene un desarrollo industrial importante en este país.

ANEXO I

RELACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES E INDUSTRIALES EXISTENTES EN EL PAIS

FUENTE: Boletín informativo (comisión nacional del agua Dic. 1993).

ESTADO	NUM. DE PLANTAS	EN OPERAC.		PROYEC.	ESTUDIO	CONSTR.	INDUST.	MUNIC.
		SI	NO					
AGUASCALIENTES	61	40	21			8	2	55
B.C.N.	4	3	1				0	4
B.C.S.	20	11	9				6	14
CAMPECHE	14	10	4			1	3	7
COAHUILA	11	6	5	3	1	3	2	9
C. LAGUNERA	6	6	0	2			0	6
COLIMA	33	28	5				16	17
CHIAPAS	10	9	1	20	12	1	4	6
CHIHUAHUA	9	7	2		1	5	6	3
DURANGO	33	26	7				0	28
GUANAJUATO	0	0	0	4	2	0	0	0
GUERRERO	17	16	1			1	7	9
HIDALGO	3	0	3					3
JALISCO	26	12	14		2	4	2	24
MICHOACAN	5	5	0	12	3		3	2
MORELOS	24	16	8	2		1	8	16
NAYARIT	37	39	18	14	2	8	0	57
NUEVO LEON	43	43	0	0	0	0	16	27
OAXACA	9	2	7	0	0	0	0	9
PUEBLA	51	49	2	1			39	2
QUERTARO	4	1	3	3	3	1	0	4
QUINTANAROO	1	1	2	2	0	2	0	3
SN. LUIS POTOSI	3	0	3					3
SINALOA	6	6	0	0	0	0	2	4
SONORA	48	25	23	2	1	0	0	48
TABASCO	19	19	0	0	1	0	0	19
TAMAUULIPAS	17	10	7	2	0	0	0	17
TLAXCALA	40	22	18	0	0	0	0	40
VERACRUZ	77	53	24	0	0	8	0	77
YUCATAN	26	24	2	0	0	3	17	4
ZACATECAS	27	6	21	2	0	0	0	27
TOTAL	706	495	211	69	28	48	143	548

ANEXO 2

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE PARTICULARES EN EL ESTADO DE MEXICO

Fuente: Holetin informativo (comisión nacional del agua, Dic. De 1993)

PLANTA	UBICACION	TIPO DE TRATAMIENTO
San Juan Ixhuatepec	Tlalnepantla	Lodos activados
Fca. Tejidos de lana San Idelfonso	Villa Nicolás Romero	Físico-Químico
Yakult S.A. de C.V.	Ixiapalua	Lodos Activados y Aereación extendida
Sintacrom de México S.A. C.V.	Naucalpan	Cloro y filtro carbon activado
Atlas de México S.A.C.V.	Hihuetoca	lodos activados
Plavicom S.A.C.V.	Melchor Ocampo	lodos activados
Beneficiadora e industrializadora	Ecatepec	fis-biológico
Micro S.A.C.V.	Cuautitlán Izcalli	lodos activados y filt carbón activado
Grupo PRIMEX S.A.C.V.	Cuautitlán Izcalli	lodos activados
San Cristóbal Cia. S.A. C.V.	Ecatepec	
FORD Motor Company, S.A.	Cuautitlán Izcalli	

Fuente: boletín informativo C.N.A. Dic. 1993

BIBLIOGRAFIA

- 1) CORDINACION GENERAL DE DESARROLLO INDUSTRIAL S.A.R.H.EI desarrollo Agro-Industrial y los sistemas Alimentarios básicos frutas y legumbres. Tomo IV México 1980
- 2) SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA.(SEDUE) Ley General de equilibrio ecológico y protección al ambiente. México 1988.
- 3) ERNESTO MURGIA VACA. Ingenieria Sanitaria. México 1974.
- 4) INDUSTRIA ALIMENTARIA. Santiago Publishing V4 N.6 México . Junio 1993
- 5) GENERAL CENSOS ECONOMICOS. XIII. Censo Industrial Resumen General. México 1987.
- 6) CONAL (COMISION NACIONAL DE ALIMENTACION). El sector alimentario en méxico. INEGI. México, 1992.
- 7) S.A.R.H. Estudio del Mercado Internacional de la Naranja Fresca, jugo concentrado de la naranja. México, 1987.
- 8) S.E.P. (Dirección General de educación tecnológica Agropecuaria). Elaboración de frutas y Hortalizas. México, 1978.
- 9) S.E.D.U.E. Programa para el control de emisiones contaminantes atmosféricos de la industria en la Z.M.C.M. VII. Marzo 1992.
- 10) S.E.D.U.E. Ley Federal de protección al ambiente. Marzo 1971.
- 11) S.A.R.H. (FIRA)Ley de aguas Nacionales. Diciembre de 1992.
- 12) I.N.E.G.I. (CONAL)Boletín de información oportuna del sector alimentario (BIOSA). Junio de 1993.

- 13) CLAUDIO AQUILES. Gutierrez, Mendez, Badillo. Curso de capacitación aguas residuales y plantas de tratamiento. SICTEC. Septiembre 1987.
- 14) S.A.H.O.P. (Secretaría de asentamientos Humanos y Obras Públicas). Manual de Normas de Calidad para agua potable. México 1980.
- 15) S.A.R.H. Subsecretaría de planeación. Usos del agua y manejo del agua residual en la industria alimenticia No. 10 marzo 1976.
- 16) PROYECTOS INTERAMERICANOS. S.A.R.H. Estudio sobre usos del agua residual en la industria de frutas y legumbres. Subsecretaría de planeación México. Febrero de 1975.
- 17) S.A.R.H. Purificación de aguas. Tratamiento y remoción de aguas residuales. Tomo 2 México 1976.
- 18) PEDRO LUIS DORTICOS DEL RIO. Operación y mantenimiento de sistemas de lagunas de estabilización. (CEHICA) México, Octubre 1993.
- 19) CENTRO DE HIDROLOGIA Y CALIDAD DE LAS AGUAS. Estudios y proyectos de Ingeniería Ambiental, México, Octubre 1993.
- 20) RODOLFO SAENZ FORERO. Experiencias con la utilización de lagunas de estabilización en varios países. Washington, D.C. 1993.
- 21) RODOLFO SAENZ FORERO. Aspectos ambientales, Sanitarios y Económicos de las lagunas de estabilización. Washington, D.C. 1993.
- 22) JOAQUIN GUTIERREZ DIAZ CENHYCA. Experiencias en el diseño y modelamiento de la calidad del efluente de lagunas facultativas. México, Octubre 1993.

- 23) PEDRO LUIS DORTICOS. Consideraciones sobre detalles de diseño de los sistemas de lagunas de estabilización y sus componentes. Ingenieros civiles A.C. México, Octubre 1993.
- 24) RODOLFO SAENZ FORERO. Aplicabilidad de las lagunas de estabilización al tratamiento de aguas residuales. División de salud y ambiente. Washington D.C. Octubre 1993.
- 25) RODOLFO SAENZ FORERO. División de salud y ambiente. Selección de tecnología apropiada para el tratamiento de aguas residuales. Washington D.C. 1993.
- 26) JESUS GARCIA OLLERVIDES. IM.T.A. Alternativas de tratamiento de aguas residuales. México, octubre 1993.
- 27) MICHAEL WINKLER. Tratamiento Biológico de aguas de desecho. Edith. Linusa, primera edición, México 1986.
- 28) MICHAEL VERGNET. RODOLFO C. Motto. Tratamiento de efluentes con alta carga orgánica por digestión anaeróbica. S.A.R.H. México, Marzo 1988.
- 29) MARIA LUISA TORRECILLAS. Rodolfo de Corona. Importancia de los tratamientos no contaminantes en los sistemas de enfriamiento por recirculación de agua. Química ECOTEC.S.A. de C.V. México, Marzo 1988.
- 30) ALFONSO ZAVALA DUSSAUGE. Francisco González. Criterios de diseño de equipo para filtración a través de lechos granulares. E.T.R.A.S.A. PEMEX. México 1988.
- 31) AMFESAAC. (Asociación Mexicana de Fabricantes de equipos y servicios para agua A.C. Memorias de 7º congreso Internacional de tratamiento de aguas. México 1988.

- 32) C.N.A. Manual de operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales. Tomo 6.
- 33) C.N.A. Manual de normas y diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Tomo 1.
- 34) DEPQUISA. S. A. de C.V. Zapopan , Jalisco 1994.
- 35) I.N.G.I. Censos Económicos 1989.
- 36) C.N.A. Boletín Informativo. Diciembre 1993.
- 37) La Jornada, Febrero de 1994
- 38) Excelsior, Mayo 1994.