



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

DIAGNÓSTICO PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS
INSTALACIONES DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

JESÚS SALVADOR VIVAR HIDALGO

ASESOR: M. en I. MARTÍN ORTIZ LEÓN



ESTADO DE MÉXICO, 2015



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.

ÍNDICE:

Objetivo	
Introducción	
I. Justificación-----	1
II. Datos generales de la PTAR-----	13
III. Marco normativo-----	18
IV. Revisión de motores y del estado que guardan los elementos mecánicos-----	24
V. Revisión de las líneas de conducción y de todos los accesorios, válvulas y conexiones -----	37
VI. Revisión de tableros y líneas de energía, control y alimentación-----	47
VII. Revisión de los instrumentos de control-----	52
VIII. Conclusiones-----	58
Anexos:	
Referencias bibliográficas-----	59
Nomogramas y curvas características de equipos hidroneumáticos -----	61
Anexo A: Método de aforo-----	64
Normas:	
Anexo B: NOM-001-SEMARNAT-1996-----	70
Anexo C: NOM-002-SEMARNAT-1996-----	80
Anexo D: NOM-003-SEMARNAT-1997-----	92

Objetivo:

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales contemplan una secuencia de procesos cuyo fin es modificar positivamente las características del agua, que dependen de las condiciones del agua residual a tratar y del grado de purificación requerido según los niveles de contaminación permitidos por la legislación, lo que depende fuertemente del lugar de descarga y cuerpo receptor. La secuencia de procesos, llamada tren de tratamiento, consiste básicamente en una serie de procesos y operaciones unitarias denominados tratamiento previo, primario, secundario y, eventualmente, terciario y cuaternario. Los tratamientos previo y primario tienen como finalidad acondicionar el efluente para los tratamientos posteriores. Consisten en eliminar por medio de operaciones físicas elementos que puedan dañar a los equipos o procesos subsecuentes en la planta, así como estabilizar el caudal o ajustar el pH. Para esto se emplean equipos como decantadores, sedimentadores primarios, tamices, desgrasadores y tanques de estabilización, que eliminan sólidos inorgánicos de las aguas residuales y gran parte de la materia orgánica presente.

Los tratamientos secundarios incluyen procesos biológicos y químicos. Los procesos biológicos comprenden tratamiento por lodos activados, sistemas de lecho fluidizado, lagunas aireadas, tratamientos anaerobios, tratamientos de percolación como los filtros

biológicos y humedales, entre otros. En este proceso entran en contacto el agua residual proveniente del tratamiento primario con microorganismos que utilizan la materia orgánica y nutrientes contenidos en el agua residual para llevar a cabo sus funciones vitales; esto es, degradan la materia orgánica para la obtención de energía que utilizan para la respiración, crecimiento y reproducción. El agua clarificada se somete a tratamientos posteriores para pulido final o se descarga en el cuerpo receptor en el caso que se hayan conseguido los estándares de calidad establecidos.

Por último, los tratamientos terciarios y cuaternarios son procesos de refinamiento y se utilizan en caso de necesidad e incluyen tratamientos como filtración, desinfección con cloro u ozono, precipitación química de fósforo con sales de hierro, etc.

El objetivo de los trabajos fue generar un diagnóstico que permitiera derivar acciones de equipamiento para la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales No.2 del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) y que se garantice su correcto funcionamiento, con la finalidad de dar cabal cumplimiento a la normatividad y contribuir a la mejora del medio ambiente.

Derivado de la antigüedad de más de 8 años de las instalaciones electromecánicas y operativas en las plantas de tratamiento de aguas residuales, mismas que operan los 365 días del año, es necesario el realizar una revisión detallada y diagnóstico de las

mismas, que permitan prevenir fallas en el sistema y aprovechar al máximo la infraestructura existente.

Es de suma importancia mejorar la calidad del agua antes de su descarga al sistema de drenaje, a una corriente natural o para ser reusada. En las instalaciones aeroportuarias se requiere cumplir con los más altos estándares de calidad en los servicios, asimismo, garantizar las condiciones de sanidad de sus instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Introducción:

El presente documento es un informe de los trabajos realizados para la revisión de las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas negras del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, que fueron determinantes para la elaboración del diagnóstico y la propuesta de rehabilitación de las instalaciones, en los cuales se incluye la verificación de cada motor y el estado que guarda cada elemento mecánico, líneas y accesorios de conducción, tuberías, válvulas, tableros de energización y control, así como instrumentos de control: electroniveles, medidores de pH, medidores de oxígeno disuelto y medidores de flujo.

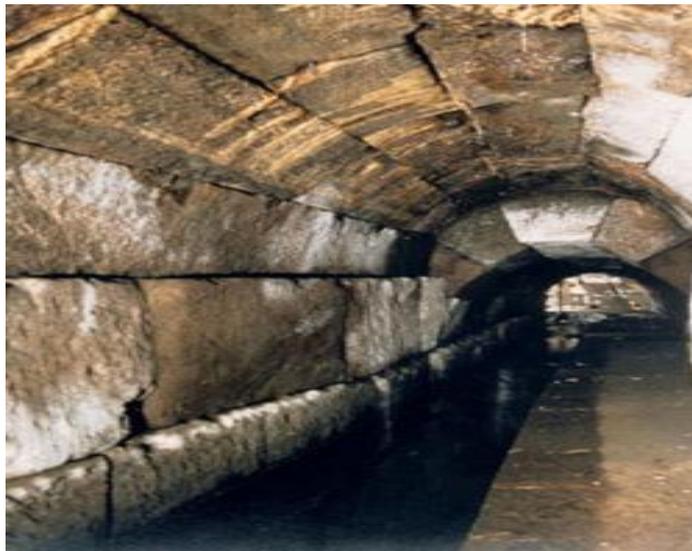
El motivo para la elección de esta opción de titulación, fue principalmente mi participación en las visitas de inspección a las instalaciones como parte de la brigada comisionada por el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, lo que me permitió el acceso a la información, de la cual, los aspectos generales se presentan en este documento.

Este informe pretende ser un documento de consulta que sirva como referencia para la realización de visitas de inspección de instalaciones de tratamiento y la respectiva elaboración de catálogos de conceptos que deriven en la rehabilitación de dichas instalaciones.

I. JUSTIFICACIÓN:

ANTECEDENTE HISTÓRICO:

Si bien es cierto que la cultura del ahorro, el saneamiento y reutilización del agua parecieran temas modernos, la historia demuestra lo contrario ya que se tienen registros de extensas redes de acueductos construidas por los romanos en el 600 a.c., con las que traían agua limpia de los Montes Apeninos hasta las ciudades, intercalando tanques y filtros a lo largo del recorrido del agua para asegurar su calidad. Después, el invento de la bomba en Inglaterra a mediados del siglo XVI impulsó las posibilidades de desarrollo de sistemas de suministro de agua.



Redes de acueductos antiguos: Roma

Fue en Inglaterra en 1804, donde por primera vez se pensó en hacer una instalación de filtros para toda una población, más tarde en 1829, en Londres se construyó la primera

planta de filtros lentos de arena; a medida que la demanda del agua filtrada aumentaba se fue estudiando más a fondo el trabajo de los filtros, observándose que no sólo hacían un proceso de cribado, sino que también transformaban la materia orgánica.

Fue así como a partir de los filtros, como proceso de tratamiento, se fueron creando las plantas potabilizadoras modernas, en las que todos los tratamientos son preparatorios o complementarios de la filtración. En un principio, las plantas de tratamiento se desarrollaron con métodos empíricos, y para los años 70's, las normas de descarga se volvieron sumamente estrictas, lo que motivó a realizar desarrollos más avanzados para tratamiento secundario de agua potable y residual.

TIPOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO:



1.- Plantas de agua potable: conjunto de estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano. Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:

- Tratamiento integrado para producir el efecto esperado.
- Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante).
- Si no se cuenta con un volumen de almacenamiento de agua potabilizada, la capacidad de la planta debe ser mayor que la demanda máxima diaria en el período de diseño.
- Una planta de tratamiento debe operar continuamente, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta.

2.- Planta de tratamiento de agua residual: conjunto de estructuras donde a las Aguas Residuales se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y/o medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o para su reuso en otras actividades de la vida cotidiana con excepción del consumo humano (no para ingerir o aseo personal).



TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- **Pre-tratamiento.** Busca acondicionar el agua residual para facilitar los tratamientos propiamente dichos, y preservar la instalación de erosiones y taponamientos. Incluye equipos tales como rejas, tamices, desarenadores y desengrasadores.

- **Tratamiento primario o tratamiento físico-químico:** busca reducir la materia suspendida por medio de la precipitación o sedimentación, con o sin reactivos, o por medio de diversos tipos de oxidación química.
- **Tratamiento terciario, de carácter físico-químico o biológico:** desde el punto de vista conceptual no aplica técnicas diferentes que los tratamientos primarios o secundarios, sino que utiliza técnicas de ambos tipos destinadas a pulir o afinar el vertido final, mejorando alguna de sus características.

El crecimiento demográfico, la urbanización y el incremento en el consumo de agua en los hogares, la agricultura y la industria, han aumentado significativamente el uso global del agua y Hay que recordar que el tratamiento de las aguas residuales es esencial para garantizar el ciclo del agua, proteger la salud pública y el medio ambiente, es por ello que los municipios e industrias deberán cumplir con la normatividad que se ha establecido en el país por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en lo que se refiere a las descargas que son vertidas en los cuerpos de aguas nacionales.

Para ser más precisos, en México se generan al año 8.03 km^3 de agua residual proveniente de las ciudades y 5.62 km^3 de agua de otras fuentes, principalmente las

desechadas por la industria. De este enorme caudal, sólo se trata el 36.1% de las aguas residuales municipales e industriales.

En materia de saneamiento, se lograron avances importantes en los últimos años, al incrementar el porcentaje de agua residual tratada del 23 al 36.1% según la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento de CONAGUA, y el Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del agua (SINA) en el 2014.

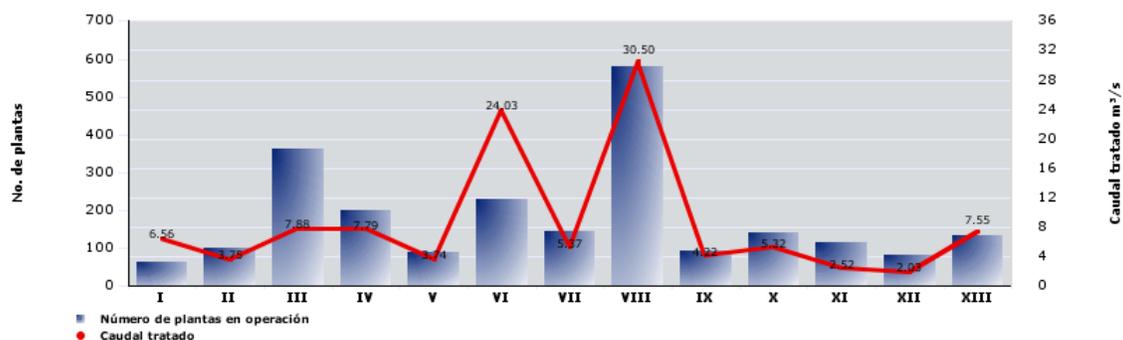
Cuadro 1. Porcentaje de Agua Residual Tratada en México

CAUDAL DE AGUA RESIDUALES MUNICIPALES (M³/S)	
Generados	242
Captados en redes	206
Tratado	36.1 % del volumen captado en redes

Las plantas de tratamiento ubicadas en la región hidrológico–administrativa del valle de México (Distrito Federal y Estado de México, Hidalgo y Toluca) a pesar de ser 134, sólo

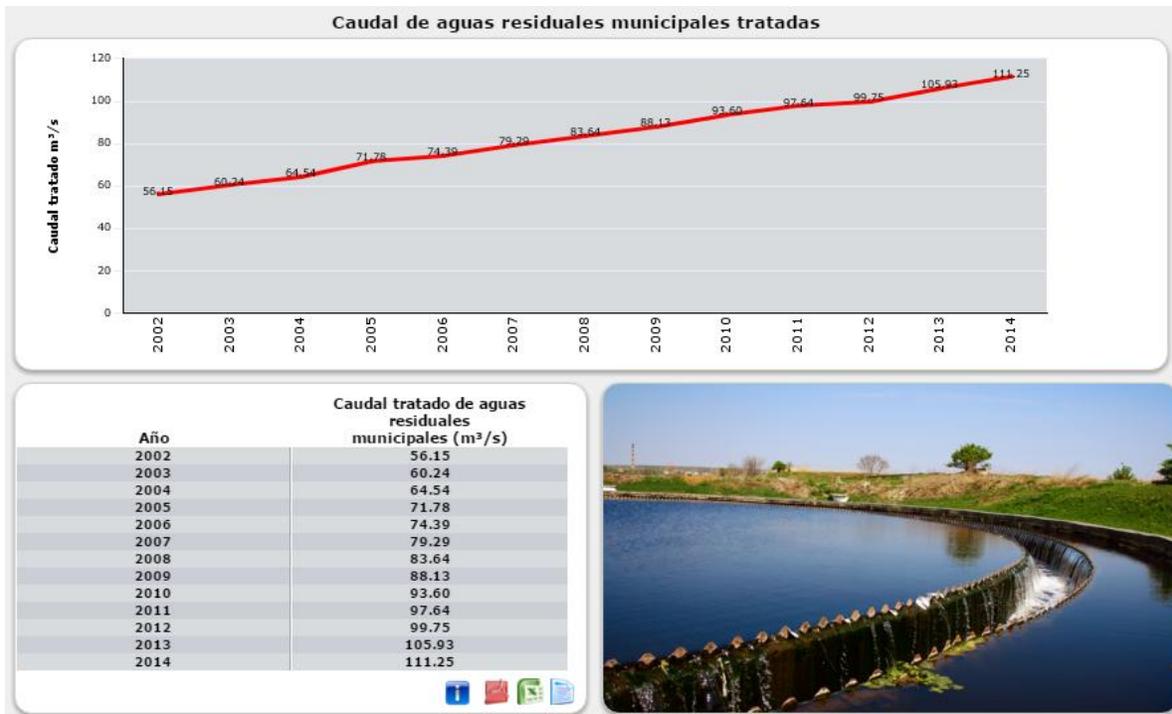
tratan el 7.55 % de las aguas residuales totales del país en 2014 como puede verse en el siguiente cuadro.

Cuadro 2: Cantidad de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales en Operación por Región.



Región Hidrológico-Administrativa	Número de plantas en operación	Capacidad instalada (m³/s)	Caudal tratado (m³/s)
I	65	9.26	6.56
II	102	5.54	3.75
III	362	10.26	7.88
IV	200	10.14	7.79
V	88	4.65	3.74
VI	229	34.13	24.03
VII	146	6.81	5.37
VIII	580	39.82	30.50
IX	94	5.59	4.22
X	142	6.82	5.32
XI	114	4.42	2.52
XII	81	2.95	2.03
XIII	134	11.50	7.55
Total Nacional	2337	151.88	111.25

Estado	Numero de plantas en operación	Capacidad instalada (l/s)	Caudal tratado (l/s)
Distrito Federal	29	5.62	3.42
Hidalgo	15	.48	.36
México	83	5.31	3.80
Tlaxcala	7	.07	.07
Total en RHA	134	11.50	7.55



De igual manera, es indispensable que los organismos operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento, generen los recursos necesarios para renovar la infraestructura de tratamiento de aguas residuales en México.

Desafortunadamente en la actualidad los organismos operadores en su mayoría carecen de la suficiencia presupuestal así como el personal técnico calificado, que permita generar y, en su caso, rehabilitar la infraestructura de tratamiento de aguas residuales.

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL AICM

Acorde a la responsabilidad que conlleva el cuidado del medio ambiente así como al cumplimiento de las normas ambientales aplicables, la empresa “AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO, S.A. DE C.V. (AICM), solicitó que se desarrollara un **DIAGNÓSTICO PARA LA REHABILITACIÓN DE INSTALACIONES DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES** y así mantenerlas funcionando en óptimas condiciones.

Como parte de la plantilla laboral de la citada empresa, se nos encomendó la realización de las visitas de inspección para la elaboración del diagnóstico del estado de la planta.

El **AICM** cuenta actualmente con dos plantas de tratamiento, la planta número 1 ubicada entre la puerta O-5 y el Cárcamo No. 05 de la terminal 1 del AICM que brinda servicio a las instalaciones de la Terminal 1 (**figura 1**) y la planta de tratamiento número 2 que se encuentra ubicada en el estacionamiento de servicios de la Terminal 2, a un costado de la pluma de acceso en la calle Santos Dumont donde se captan las aguas residuales generadas por la operación y mantenimiento de la terminal 2 (**figura 2**).



(Figura 1)

Vista aérea de la planta de tratamiento No. 1 de AICM



(Figura 2)

Vista aérea de la planta de tratamiento No. 1 de AICM

Cabe mencionar que el presente documento se enfocará únicamente en las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 2.

En la PTAR No.2 del AICM, actualmente no se está tratando el 100% del agua residual para la cual fue diseñada (12.0 L/s) debido a que desde su inauguración en mayo de 2007 nunca se le ha dado un mantenimiento adecuado.

Se llevó a cabo el aforo del gasto tratado por la planta y se determinó que está funcionando al 50% de su capacidad (**ver anexo A**)

Cabe mencionar, que la descarga de agua tratada por esta planta es destinada al suelo en terrenos propios con el riego de áreas verdes y que opera al amparo del Título de Concesión 13DFE101152/26ERDA12 de fecha 22 de Junio de 2010 con una vigencia de 10 años, con un volumen de descarga autorizado de 7,200.00 m³/año, la cual está sujeta a las condiciones establecidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, es por ello que de no funcionar dicha planta la descarga no cumpliría con los estándares de la NOM así que las sanciones impuestas por la CONAGUA por contaminación serían de mucha consideración.

Por lo anterior, los directivos del "AICM" tomaron la decisión de realizar este estudio con la finalidad de verificar, y en su momento corregir cualquier desviación que esté afectando el buen funcionamiento de los sistemas de tratamiento existentes.

Previamente a la visita de inspección se le proporcionó a la brigada los datos básicos y bases de diseño así como el plano de ubicación de las estructuras de la planta.

Se realizó la visita guiada en compañía de los encargados de la operación y el subgerente de Protección Ambiental del AICM para cualquier duda técnica o de operación. Se elaboró el reporte de visita de campo con fecha, lugar de la visita, nombre del proyecto, responsable, objetivo de la visita, actividades realizadas, y detalles en los cuales se anotaron los hallazgos, observaciones de oportunidad de mejora, la revisión técnica de los equipos para proponer acciones que permitan la optimización de su funcionamiento, así como un reporte fotográfico.

La planta de tratamiento de aguas residuales, mediante un proceso Biológico se compone de las siguientes partes:

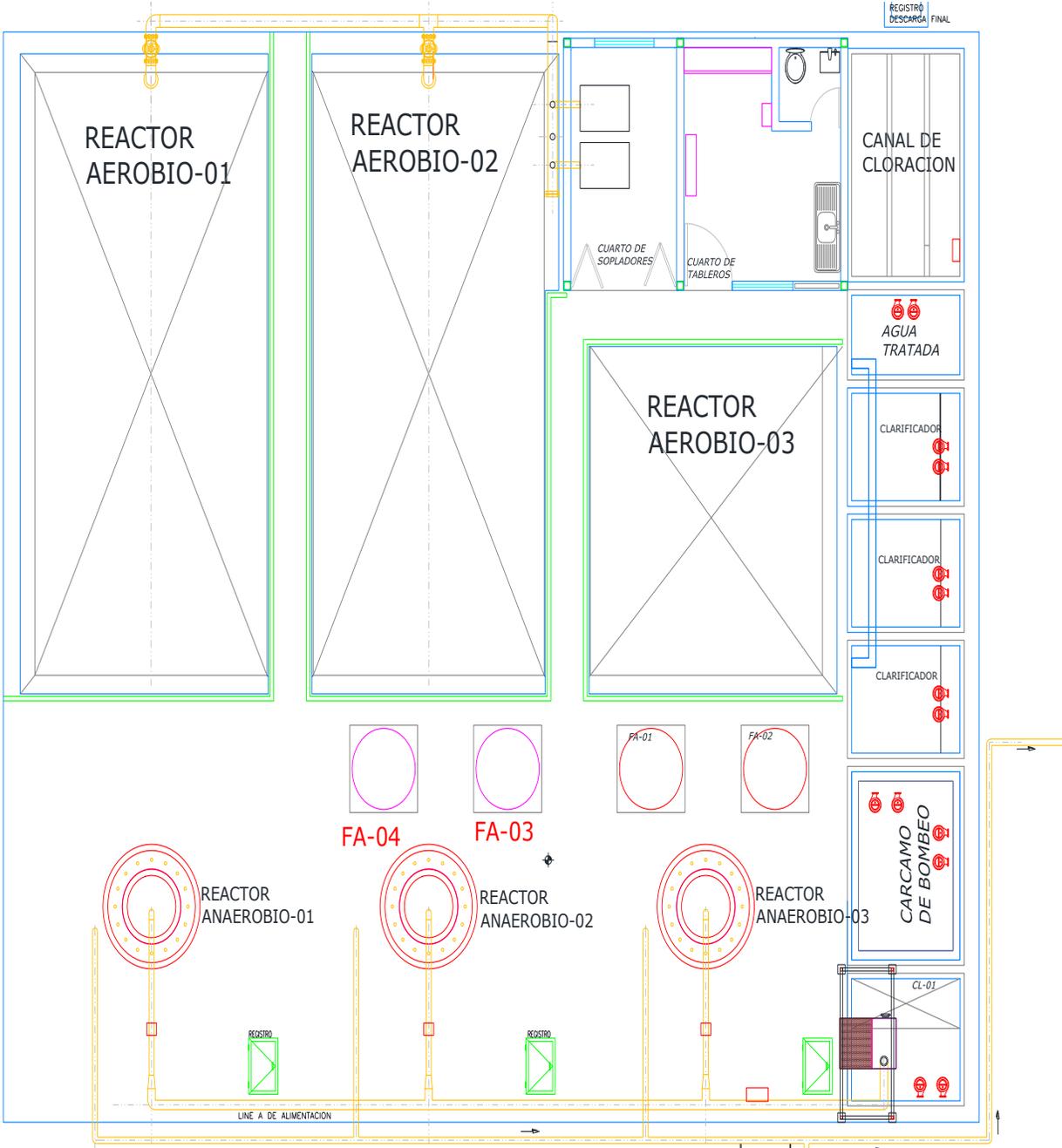
Cuadro 3: Características de los Componentes de la Planta de Tratamiento

PARTE	CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	PIEZAS	FUNCIÓN
1.-CÁRCAMO DE BOMBEO	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de descarga de diseño: 12.0 L/s • Material de construcción: Concreto armado, con una $f'c = 250 \text{ kg. /cm}^2$. • Criba estática para un flujo hasta de 12.0 L/s, retener sólidos mayores a 1,5mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bombas sumergibles Cantidad: 2 piezas Potencia: 2.0 Hp Cada una. • Electro niveles: tipo pera de mercurio (1pza.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenar las aguas residuales procedentes de la Terminal 2, homogeneizar las mismas y servir como un elemento de amortiguamiento para enviar un flujo constante hacia el Reactor anaerobio.
2.-REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE DE MANTO DE LODOS	<ul style="list-style-type: none"> • Material de construcción: Concreto armado, con una $f'c = 250 \text{ kg. /cm}^2$. • Gasto de diseño 4.0 lps.(tres piezas) • Alimentación al reactor a base de tubería de 2" de \emptyset, de pvc. • Largo: 6.20 m. Ancho: 5.20 m. Profundidad efectiva:4.0 m. Volumen total: 128.96 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor de flujo (3 pzas.) Marca: Badger Meter Modelo: Magnetoflow, PRIMO • Bomba dosificadora (tres unidades) Marca: Laympres Mod.:CL121 SFP115.vac. 	<ul style="list-style-type: none"> • En este reactor las aguas residuales entran por el fondo, y fluyen hacia arriba. Una capa de lodo suspendida filtra las aguas residuales, tratándolas al ir atravesándola. Así los microorganismos en la capa de lodos degradan los compuestos orgánicos.

<p>3.-REACTOR AEROBIO A BASE DE LODOS ACTIVADOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Material de construcción: Base del elemento: Concreto armado, con una $f_c = 250 \text{ kg. /cm}^2$. • Paredes del elemento: lámina galvanizada con recubrimiento • Gasto de diseño 4.0 lps.(tres piezas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Soplador de lóbulos (dos pzas.) - Potencia: 30.00Hp. - Mca.: Kaeser -mod. Omega plus DB 235 C -difusores de burbuja química • Distribuidor hidráulico, construido en acero inox. 	<ul style="list-style-type: none"> • En este reactor se facilita la transferencia de oxígeno para que los microorganismos en los lodos puedan descomponer las bacterias aún existentes en el agua cruda.
<p>4.- TANQUE CLARIFICADOR</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Material de construcción: Concreto armado, con una $f_c = 250 \text{ kg. /cm}^2$. 	<ul style="list-style-type: none"> • Empaque sintético. • Bombas sumergibles Cantidad: 2 piezas (trabajo en forma alternada) Potencia: 1.0 Hp. Cada una 	<ul style="list-style-type: none"> • Su función es separar los sólidos (lodo biológico) del agua tratada, mediante el proceso de clarificación, ya que el lodo tiene una densidad mayor a 1 lo que ocasiona que se precipite.
<p>5.-CANAL DE CLORACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Material de construcción: Concreto armado, con una $f_c = 250 \text{ kg. /cm}^2$. • Tiempo de residencia de 34.0 minutos • volumen total efectivo del tanque de cloración de 24.6 m^3 • Dosificación 70.18 kg/d de hipoclorito de sodio al 13% para un gasto de 12.0 lps 	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba sumergibles de 3.0 hp. (2 pzas.) • Bomba dosificadora Mca. Hanna Mod. Bt7 	<ul style="list-style-type: none"> • Para la aplicación del cloro al agua con el fin de matar a las bacterias presentes en la misma.

<p>6.- CISTERNA DE AGUA TRATADA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Material de construcción: Concreto armado, con una $f_c = 250 \text{ kg. /cm}^2$. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba centrifugas de 3.0 Hp. (2 pzas.) Marca. Pedrollo Modelo. HF6A 	<ul style="list-style-type: none"> • De esta cisterna se dispone el agua para su disposición final: riego de áreas verdes
<p>7.- CUARTO DE CONTROL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Material de construcción: tabique rojo común y loza prefabricada 	<p>En la parte interior cada sistema de arranque tiene integrado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interruptores individuales. • Arrancadores termomagnéticos (trifásicos). • Protección térmica a cada motor. • Interruptor general para todos los equipos para protección a bobinas. 	<ul style="list-style-type: none"> • En el cuarto de control se encuentra el tablero de control para la operación de la planta de tratamiento, el tablero está constituido por un gabinete metálico.

Plano de conjunto de las estructuras que componen a la PTAR No.2



III. MARCO NORMATIVO

Previo al inicio de los trabajos de inspección de la planta de tratamiento de aguas negras, se llevó a cabo el acopio de las Normas Oficiales Mexicanas y las normas internacionales aplicables.

Los beneficios de contar con agua de calidad son innumerables, por esta razón, en México se ha creado un marco normativo con el objeto de regular las descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a través de las siguientes normas:

Norma Oficial Mexicana **NOM-001-Semarnat-1996 (Anexo B)**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas o bienes nacionales. Publicada el 6 de enero de 1997.

Norma Oficial Mexicana **NOM-002-Semarnat-1996 (Anexo C)** que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en la descarga de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Publicada el 3 de junio de 1998.

Norma Oficial Mexicana **NOM-003-Semarnat-1997 (Anexo D)**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios públicos. Publicada el 21 de septiembre de 1998.

Norma Oficial Mexicana **NOM-004-Semarnat-2001**, que establece las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes en lodos y biosólidos para su aprovechamiento y disposición final. Publicada el 15 de agosto de 2003.

La preocupación por las descargas de las aguas residuales y sus efectos al medio ambiente, ha dado lugar a la promulgación de leyes como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley de Aguas Nacionales, que establecen la necesidad de prevenir y controlar la contaminación del agua y proteger los recursos hídricos.

Las visitas y recorridos a las instalaciones fueron hechos para revisar que cada una de las partes del tren de tratamiento funcionaran adecuadamente y que la operación de las instalaciones permita tratar el agua para el que fueron diseñadas, considerando que es indispensable que el efluente de la planta cumpla con las características y los límites máximos permisibles de contaminantes para su reutilización conforme a las normas oficiales Mexicanas.

Normas internacionales aplicables en la supervisión de condiciones físicas de las piezas metal mecánicas, las pruebas de resistencia

- **ASTM: SOCIEDAD AMERICANA PARA PRUEBAS Y MATERIALES**
 - Piezas forjadas de acero al carbono para aplicaciones con tuberías de acuerdo al estándar **ASME/ASTM A 105/A 105M**

Uso:

Los componentes de tuberías forjados en acero al carbono de acuerdo con esta especificación son usados en sistemas de presión que operan en condiciones ambientales y a mayores temperaturas.

Bridas, válvulas, codos, reducciones y partes similares. La cuales se pueden fabricar de acuerdo a las dimensiones especificadas por las normas dimensionales:

Cuadro 4: Cuadro de Composición Química acero A105

	Composición, %
Carbono, máx	0.35
Manganeso	0.60-1.05
Fósforo, máx	0.035
Azufre, máx	0.040
Silicio	0.10-0.35
Cobre, máx	0.4

Cuadro 4: Cuadro de Composición química acero A105 (CONTINUA)

	Composición, %
Níquel, máx	0.4
Cromo, máx	0.3
Molibdeno, máx	0.12
Vanadio, máx	0.08

Cuadro 5: Propiedades Mecánicas Acero A105

Propiedad	
Resistencia a la tracción, mín:	70,000 psi (485 MPa)
Min. Punto de fluencia:	36,000 psi [250 MPa]
Reducción de la superficie, mín:	30% min
Dureza, HB, máx	187

- **NOM-010-ENER-1996**, Eficiencia energética de bombas sumergibles. Límites y método de prueba.

Cuadro 6: Valores de Referencia para la Eficiencia de la Bomba Sumergible

Capacidad de la bomba l/s	Eficiencia %
Hasta 2,0	48
Mayor que 2,0 hasta 5,0	61
Mayor que 5,0 hasta 15,0	71
Mayor que 15,0 hasta 25,0	72
Mayor que 25,0 hasta 30,0	74

Cuadro 7: Los Límites Máximos de Error Total con Respecto al Valor Proporcionado por el Fabricante son:

Variable	Límite permisible (%)
Flujo	± 2,0
Carga, Potencia	± 1,5
Frecuencia de rotación	± 0,5
Eficiencia total (*)	± 2,5
Eficiencia de la bomba	± 2,8

- **NTIE: NORMAS TÉCNICAS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

NOM-001-SEDE, Instalaciones Eléctricas (utilización)

Establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:

- Las descargas eléctricas,
- Los efectos térmicos,
- Las sobrecorrientes,
- Las corrientes de falla y
- Las sobretensiones.

IV. REVISIÓN DE MOTORES Y DEL ESTADO QUE GUARDAN LOS ELEMENTOS MECÁNICOS.

Una vez revisada la información proporcionada por parte de las autoridades del aeropuerto, con los datos básicos y bases de diseño así como el plano de ubicación de las estructuras de la planta, se procedió a realizar los recorridos, tal como lo marcaba el calendario de actividades, pero fue en esta fase donde se presentó un inconveniente, pues al ser el aeropuerto el principal contacto de la Ciudad de México con el resto del mundo y al estar la PTAR ubicada en una zona restringida, la seguridad para el acceso a dichas instalaciones es algo primordial, por lo cual, el inicio de las actividades tuvo que retrasarse un día para tramitar los permisos de acceso a las instalaciones, para los miembros de la brigada.

Con los permisos, chalecos, herramienta de mano y el equipo de protección personal adecuado, se procedió a realizar la inspección siguiendo el recorrido del agua residual a lo largo de su tratamiento:

1. CÁRCAMO:

Equipo: Bombas de demasías

Bomba: Sumergibles

Potencia: 2 HP

Cantidad: 2 Pzas.

Estado: Bomba 1 no funcionan

Bomba 2 no funcionan

De no funcionar estas bombas pueden ocasionarse daños a la estación de bombeo por sobre flujos en el cárcamo.

Equipo: Bombas de alimentación a criba

Bomba: Sumergibles

Potencia: 3 HP

Cantidad: 2 Pzas.

Estado: Bomba 1 funciona

Bomba 2 no funciona

Es necesario contar con al menos dos bombas; sirviendo una de ellas como reserva y al contar con solamente una en buen estado aumenta el riesgo de parar por completo el funcionamiento de la planta.

Equipo: **Control de nivel**

Cantidad: Sensor de nivel tipo pera

2 Pzas.

Estado: **No funciona**

Es necesario garantizar el nivel del agua en un rango de variación preestablecido para evitar daños al equipo.

Red Eléctrica: **Condulet**

Cantidad: OLB 2 Pza. 1"

 OLB 1 Pza. 3/4"

 OLL 1 Pza. 1"

 OLL 1 Pza. 3/4"

Red Eléctrica: **Conector glándula para cable uso rudo**

Cantidad: 4 Pzas. 1"

 2 Pzas. 3/4"

Red Eléctrica: **Codo conduit pared gruesa de 1"**

Cantidad: 1 Pzas.

Red Eléctrica: Abrazaderas unicanal

Cantidad: 6 Pzas 1"

6 Pzas $\frac{3}{4}$ "

Red Eléctrica: Tubo conduit pared gruesa

Cantidad: 1 Pza 1"

1 Pza $\frac{3}{4}$ "

Estado: Todos los elementos descritos tienen alto grado de corrosión y están inservibles.

Es de vital importancia que la red eléctrica se encuentre en perfectas condiciones para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos que forman parte del cárcamo de bombeo y para evitar algún accidente, de no hacerlo aumenta el riesgo de incendio por corto circuito y posibles accidentes al personal, por hacer contacto con alguno de los elementos eléctricos.

NOTA IMPORTANTE: Todos los condulets instalados son **serie 7, ovalada.**



Bombas en Cárcamo dañadas



Alto grado de corrosión en tubería, condulet y abrazaderas

2. RECIRCULACIÓN DE LODO

Al pasar por esta área, el descuido de las instalaciones originó demasiada maleza sobre el área de acceso.

Equipo: Bomba sumergible

Potencia: 1 Hp

Cantidad: 6 pzas

Estado: Bomba 1: No trabaja

Bomba 2: No trabaja

Bomba 3: No existe

Bomba 4: No trabaja

Bomba 5: No trabaja

Bomba 6: Funciona

Si no se regresan los lodos activados a los reactores éstos se perderían con una rapidez considerable y al sólo funcionar una bomba de las cuatro existentes la recirculación es demasiado lenta.

Red Eléctrica: Condulet $\frac{3}{4}$ "

Cantidad: 2 OLB Pzas.

2 OLL Pzas.

1 OLR Pza.

1 OT Pza.

Red Eléctrica: Conector glándula para cable uso rudo de $\frac{3}{4}$ "

Cantidad: 6 Pzas.

Red Eléctrica: Abrazaderas unicanal de $\frac{3}{4}$ "

Cantidad: 8 Pzas.

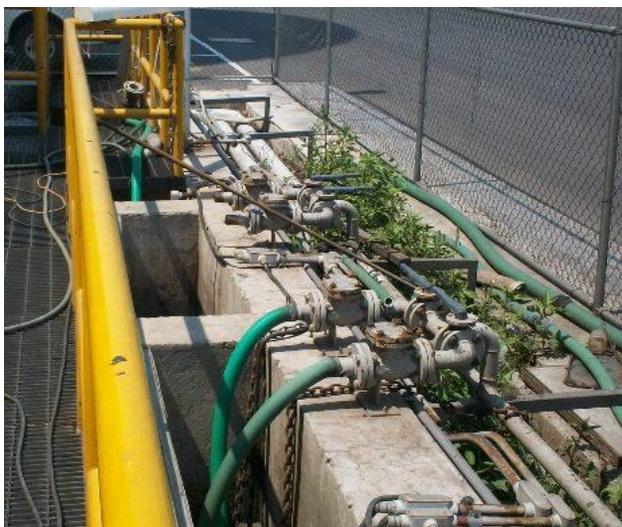
Red Eléctrica: Tubo conduit pared gruesa de $\frac{3}{4}$ "

Cantidad: 4 Pzas.

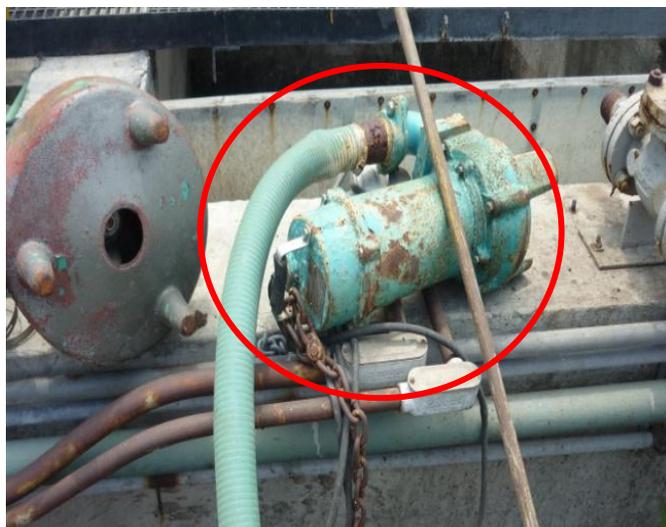
Estado: Todos los elementos descritos en red eléctrica tienen alto grado de corrosión

NOTA IMPORTANTE: Todos los condulets instalados son **serie 7, ovalada.**

Si la red eléctrica no se mantiene en perfectas condiciones aumenta el riesgo de accidentes, cortos circuitos y daño a los equipos.



Vista general del área de la zona de recirculación de lodos



Motor dañado y tuberías con corrosión

3. REACTOR ANAEROBIO Y AEROBIO

Equipo: **Sopladores**

Potencia: 30 HP

Cantidad: 2 pzas

Estado: Motor 1: trabaja

Motor 2: traba

Los sopladores funcionan pero de no hacerlo no se aportaría el oxígeno suficiente en el tanque de lodos activos, tampoco se produciría la agitación de los mismos, que son indispensables para lograr una mezcla adecuada del agua residual y los lodos.

Red Eléctrica: **Condulet 3/4"**

Cantidad: 1 OT Pza.

Red Eléctrica: **Conector glándula para cable uso rudo de 3/4"**

Cantidad: 1 Pzas.

Red Eléctrica: **Abrazaderas unicanal de 3/4"**

Cantidad: 3 Pzas.

Red Eléctrica: Tubo conduit pared gruesa de 3/4"

Cantidad: 1 Pza.

Estado: Todos los elementos descritos en red eléctrica tienen alto grado de corrosión

Los conductos metálicos, deberán estar protegidos contra la corrosión. Cuando, se instalen en forma aparente, se deben colocar a una distancia de las paredes de 0.5 cm, como mínimo. Al no utilizar los materiales adecuados no se garantiza la seguridad de la instalación.



Conexiones fuera de conduit



Tubería dañada con corrosión

4. ALIMENTACIÓN A FILTROS

Equipo: Bomba tipo pozo profundo

Potencia: Motor eléctrico 7.5 HP

Cantidad: 2 Pza.

Estado: Bomba 1: no funciona

Bomba 2: no funciona

Si los filtros no reciben el caudal adecuado éstos no funcionarán correctamente. Y su función es retener las impurezas que acompañan al agua.



Alimentación a Filtros

5. RETROLAVADO DE FILTROS

Equipo: Bomba centrífuga

Potencia: Motor eléctrico 3 HP

Cantidad: 2 Pza.

El correcto funcionamiento de los filtros depende de la limpieza y mantenimiento que se le debe dar a los mismos. Así que de no funcionar la bomba de retrolavado de los filtros este proceso no sería posible.

Estado: Motor trabaja

Red Eléctrica: Conectores rectos para tubo licutite de 3/4"

Cantidad: 4 Pzas

Red Eléctrica: Abrazaderas unicanal para tubo conduit pared gruesa de 3/4"

Cantidad: 4 Pzas.

Red Eléctrica: Tubo licuatite 3/4"

Cantidad: 3 m.

Red Eléctrica: Riel unicanal

Cantidad: 3 Pzas. (Va ser utilizado donde sea necesario en toda la PTAR 2
sustituyendo al existente)

**Estado: Todos los elementos descritos tienen alto grado de
corrosión y están inservibles**

Es de vital importancia que la red eléctrica se encuentre en perfectas condiciones para
asegurar el correcto funcionamiento de los equipos y para evitar algún accidente.

6. ILUMINACIÓN

Equipo: Poste de alumbrado con 2 Luminarias cada uno.

Potencia: 150 Watios

Cantidad: 2 pzas

Estado: Poste 1: No funciona una luminaria

Poste 2: No funcionan las 2 luminarias

Equipo: Luminaria tipo reflector de aditivos metálicos

Potencia: 400 Watios

Cantidad: 1 pzas

Estado: **Luminaria:** Funciona (El interruptor de esta luminaria se localiza en un área diferente a los interruptores de las luminarias, por lo que al reubicar los elementos del tablero, se deben corregir y colocarlo junto a los demás.)

Debido a que la planta opera las 24h del día la iluminación debe encontrarse en perfectas condiciones por seguridad de los trabajadores y para garantizar una operación adecuada de la misma,

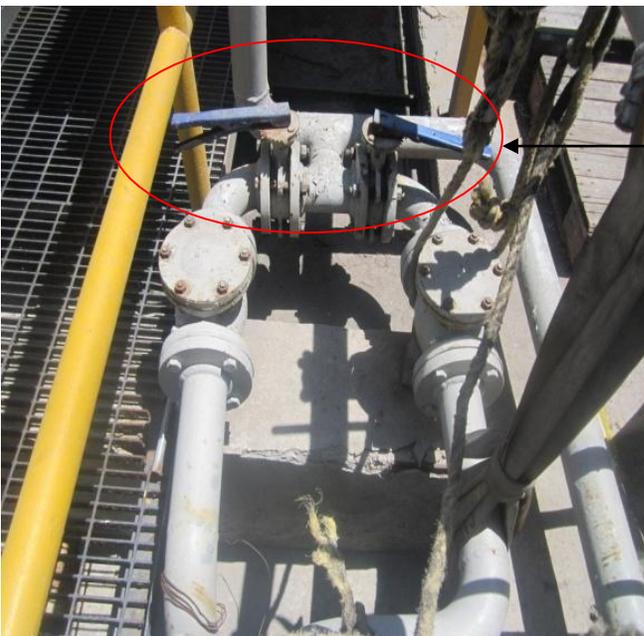


Poste 1: No funciona una luminaria

V. REVISIÓN DE LAS LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y DE TODOS LOS ACCESORIOS, VÁLVULAS Y CONEXIONES

1. CÁRCAMO DE BOMBEO A CRIBA

- a) Requiere mantenimiento de pintura a tubería de 3". Para evitar corrosión
- b) Requiere cambio de 3 válvulas de mariposa de 3" y mantenimiento a 2 válvulas check de 3". Y evitar flujo en la dirección opuesta
- c) Suministro y colocación de manguera anillada de PVC. (Heliflex) De 3"Ø, (18 metros) para conexión de bombas sumergibles a tubería de descarga.



**Mantenimiento a
válvulas de mariposa
y válvulas check, de
3" Ø.**

2. DE CRIBA A REACTOR ANAEROBIO

- a) Se requiere mantenimiento de tubería (aplicación de pintura) y cambio de válvulas.

- b) Cambio de 3 válvulas de mariposa por válvulas de compuerta de 4" en la alimentación de los reactores anaerobios (para control en el flujo de alimentación).

- c) Se requiere mantenimiento de válvulas de mariposa, (6 válvulas de 2"Ø) en la recirculación de lodos.

- d) Retiro de criba existente y colocación de una con capacidad y tamaño adecuado al flujo de diseño del sistema.

Esto para asegurar el correcto funcionamiento de la alimentación al siguiente pasó en el tratamiento del agua



Válvulas de alimentación a reactor Anaerobio y válvulas de recirculación de lodos

REACTOR ANAEROBIO

- a) Se requiere la instalación de campanas colectoras de biogás.

- b) Se requiere la instalación de canales colectores del efluente del reactor anaerobio, para alimentar en forma homogénea al reactor Aerobio.

- c) Colocación de sistema de distribución de agua al interior del reactor anaerobio, así como el arreglo correspondiente, para la purga de lodos, incluyendo su tubería de interconexión (pasos de tubería, registros de válvulas y registro para alojar una bomba de tipo traga solidos).

- d) Se necesita la instalación de una bomba autocebante (traga sólidos).

- e) Se deberá de integrar al sistema de tratamiento Anaerobio un quemador de biogás o sugerir su captura para aprovechamiento del mismo.

- f) Instalar dos bombas dosificadoras para la adición de nutrientes y/o solución para inhibir olores.

Mantener el reactor anaerobio de flujo ascendente en óptimas condiciones es elemental pues las bacterias que en él actúan son la base misma del tratamiento del agua residual en la planta.

REACTOR AEROBIO

- a) Se requiere mantenimiento a tubería de 6" (aplicación de pintura) que alimenta a los clarificadores.

- b) Se requiere mantenimiento a 2 válvulas de mariposa de 4" de la tubería de aire y 2 válvulas de 2" de tubería de aire.

- c) Se requiere mantenimiento a 3 válvulas de mariposa de 4", que alimenta a los reactores Aerobios.

Es necesario el mantenimiento para asegurar el correcto funcionamiento de la alimentación al siguiente paso en el tratamiento del agua residual

TANQUES CLARIFICADORES

- a) Requiere mantenimiento de tubería (aplicación de pintura) de recirculación de lodos y canal de descarga de los clarificadores.
- b) Requiere mantenimiento de 6 válvulas de mariposa de 2" en la tubería de recirculación de lodos.
- c) Requiere mantenimiento de 6 válvulas check de 2" en la tubería de recirculación de lodos.

d) Requiere cambio (30.0 m.) de manguera anillada de pvc. de 2" Ø (Heliflex), en las bombas sumergibles del tanque clarificador.

e) Cambio de empaque sintético en área de sedimentación.

Mantener en condiciones óptimas la tubería que alimenta al tanque clarificador asegura la separación de los sólidos (lodo biológico) del agua tratada, mediante el proceso de clarificación, ya que el lodo tiene una densidad mayor a 1 lo que ocasiona que se precipite.



CÁRCAMO DE ALIMENTACIÓN A LOS FILTROS MULTIMEDIAS

- a) Se requiere mantenimiento a las 3 válvulas de mariposa de 3"Ø de la tubería de alimentación a los filtros.
- b) Cambio de manguera anillada de PVC. de 3" (Heliflex) (10.0m.) en las bombas que alimentan a los filtros.
- c) Cambio de manguera anillada de PVC. de 2" (Heliflex) (5.0m.) para la bomba que alimenta a tanque de contacto de cloro (instalada en forma provisional).
- d) Mantenimiento de 2 válvulas check de 3" de la tubería que alimenta a los filtros.



TANQUE DE AGUA PARA RETROLAVADO

- a) Se requiere mantenimiento (aplicación de pintura) a la tubería 2"
- b) Requiere mantenimiento a 3 válvulas de mariposa de 3" y 2 válvulas de 2".
- c) Requiere mantenimiento a 2 válvulas check de 3" en la tubería descarga de bombas para retrolavado.
- d) Requiere mantenimiento de 2 pichanchas de 2" de succión de las bombas centrifugas.

FILTROS MULTIMEDIA

- a) Requieren cambio de 4 manómetros de 0-10 kg/cm², carátula de 4".
- b) Requiere mantenimiento de 10 válvulas de mariposa de 3" en tubería de alimentación y descarga de los filtros multimedia.

- c) Requiere mantenimiento de 2 válvulas de mariposa de 2" en tubería de alimentación a cisterna de retrolavado de filtros.

- d) Requiere mantenimiento de tubería (aplicación de pintura) y a 2 válvulas de esfera de $\frac{3}{4}$ " en tubería de alimentación de aire a los filtros.

- e) Requiere cambio de 2 válvulas de esfera de $\frac{3}{4}$ " desaguado de los filtros.

- f) Requiere cambio de 4 válvulas de $\frac{1}{2}$ " globo en la salida de los manómetros.

- g) Requiere cambio de empaque de las tortugas en la parte superior de los filtros.



Mantener todas las tuberías de alimentación a las diferentes estructuras asegura el correcto funcionamiento del tren de tratamiento y por lo tanto, lograr obtener la calidad del agua residual conforme a los términos establecidos en la normatividad aplicable.

VI. REVISIÓN DE TABLEROS Y LÍNEAS DE ENERGÍA, CONTROL Y ALIMENTACIÓN

Cuarto de control

Equipo: Tablero de control eléctrico principal

Voltaje Fase A = 440 Voltios

Fase B = 440 Voltios

Fase C= 440 Voltios

Corriente Fase A = 40 Amperios

Fase B = 48 Amperios

Fase C= 36 Amperios

NOTA IMPORTANTE: Los amperajes tomados no representan la totalidad de corriente, ya que sólo trabajan permanentemente un soplador, una bomba sumergible y ocasionalmente dos bombas. El total de tablero con las 2 sopladores funcionando son de 100 Amperios.

Estado:

- Trabajando.
- Calentamiento de conductor en alimentación.
- Canalización eléctrica sin tapas.
- Falta de mantenimiento.
- No existe manera de conectar alimentadores
- Concentración excesiva de conductores eléctricos en terminal de interruptor termo magnético.
- Falta de dos transformadores de corriente.
- Falta de conmutador de fases para medición de corriente.
- Conductores sin identificación para mantenimiento.
- Alimentación de tablero expuesto en mismo tablero.
- Clemas de alimentación para cable calibre menor (cortaron filamentos para conectar.

De no atender las observaciones halladas las lo antes posible aumenta el riesgo de accidentes al personal operativo, mal funcionamiento o daño a los equipos y por lo tanto no se estaría logrando con el objetivo de la planta.

NORMA NOM-001-SEDE-2005:

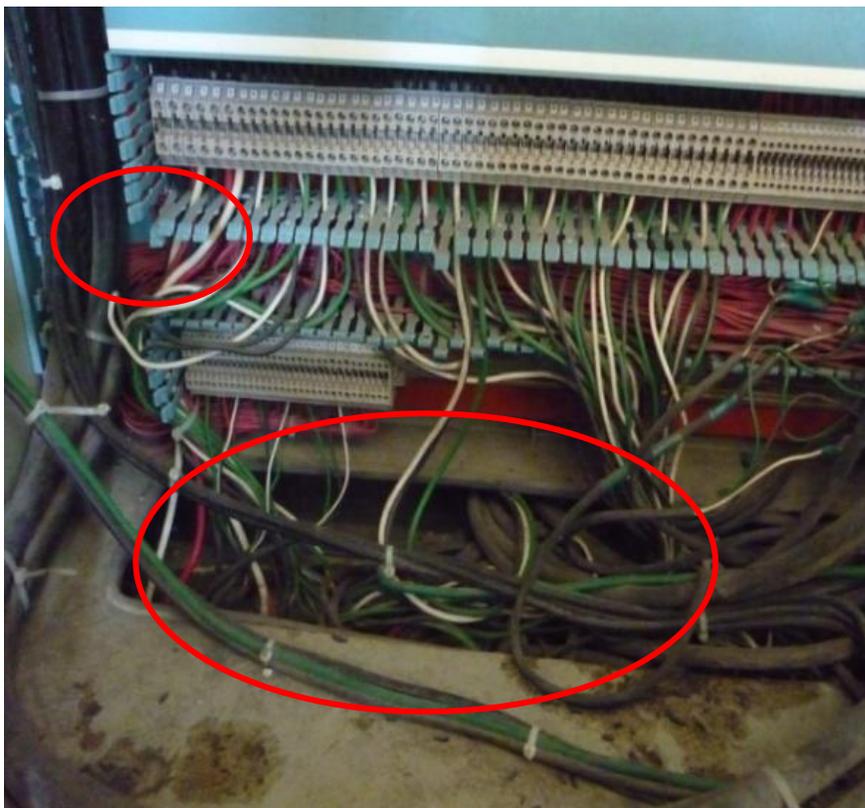
Artículo 110: Requisitos de las instalaciones Eléctricas

Artículo 300: Métodos de alambrado.

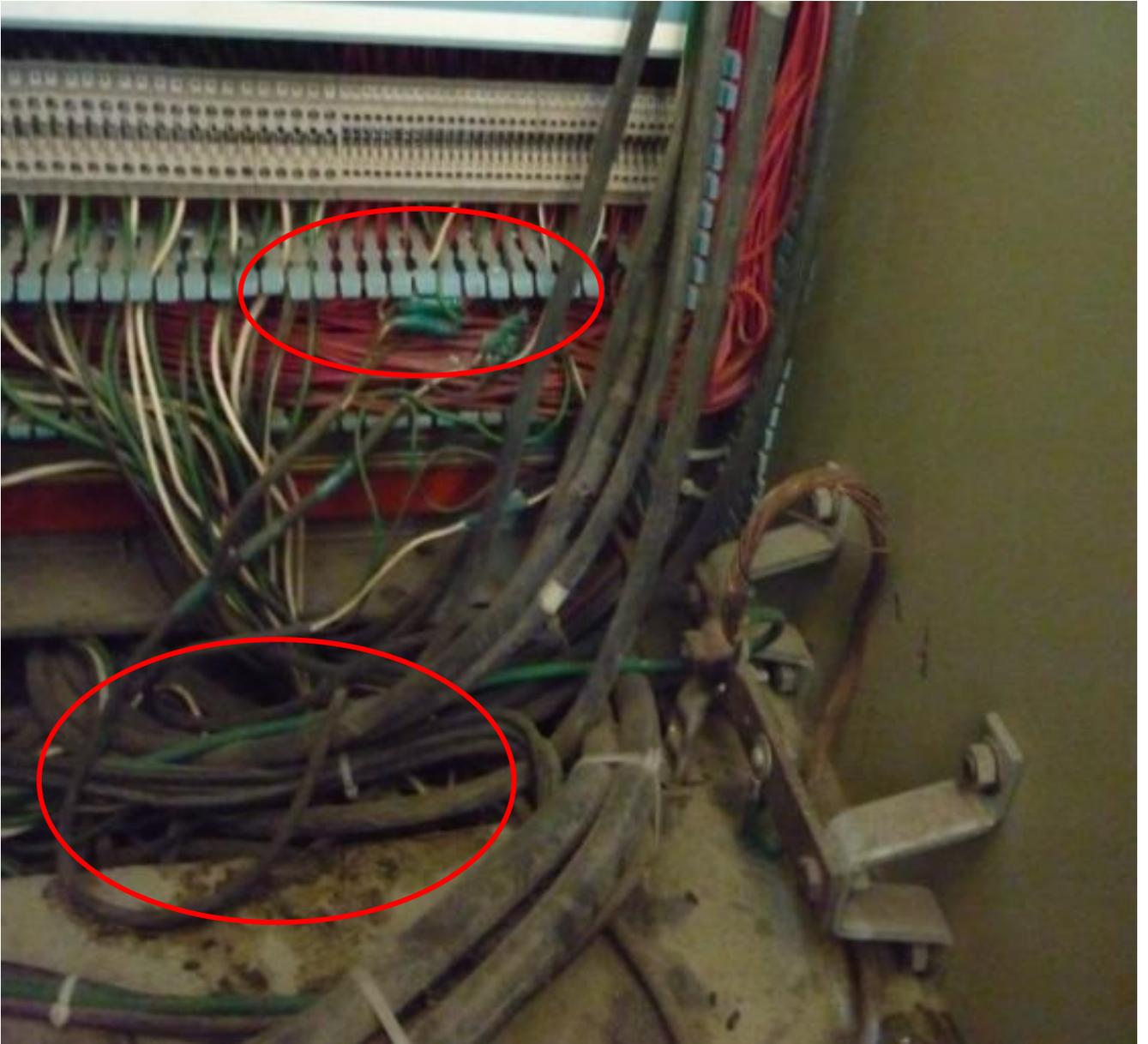
Artículo 384: Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control.

1.- Tablero existente

Tablero de control PTAR 2



**Cables fuera de canaleta y
exceso de cableado**



Poca separación de clemas y sin charola.

2.- Tablero de demasías



Tablero diseñado para secuenciar 2 bombas de 2 Hp. cada uno.

ESTADO DE TABLERO: Funcionando.

VII. REVISIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE CONTROL

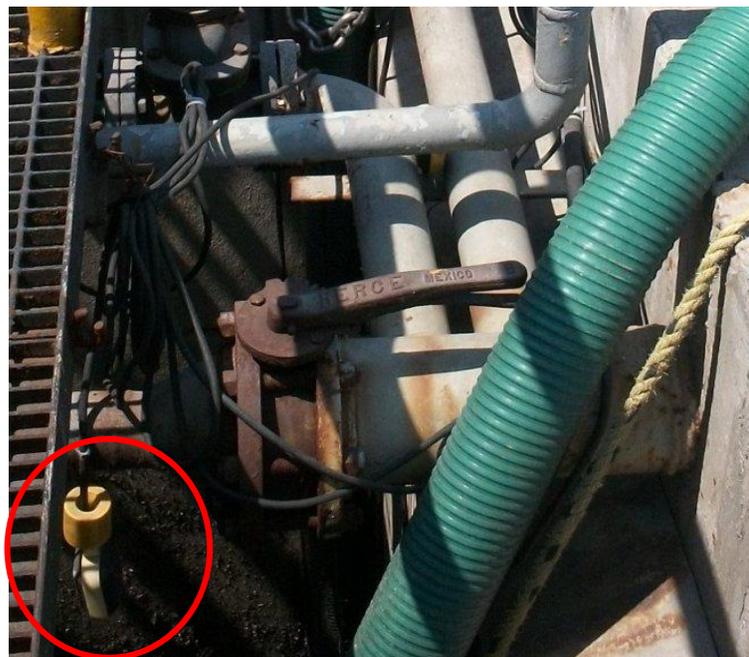
1. CÁRCAMO DE BOMBEO

Equipo: Control de nivel Sensor de nivel tipo pera

Cantidad: 2 Pzas.

Estado: No funciona, sustitución de elementos en campo

Si no se remplazan los sensores tipo pera pueden provocar daños al equipo por niveles de agua demasiado bajos o demasiado elevados.



Sensores tipo pera dañados

REACTOR ANAEROBIO Y AEROBIO

Equipo: Medidores de flujo magnéticos

Cantidad: 3 pzas.

Marca: Badger Meter Magnetoflow,

Estado: Estos medidores están funcionando bien, sólo se recomienda la limpieza en ellos para evitar averías futuras



Medidores de Flujo funcionando

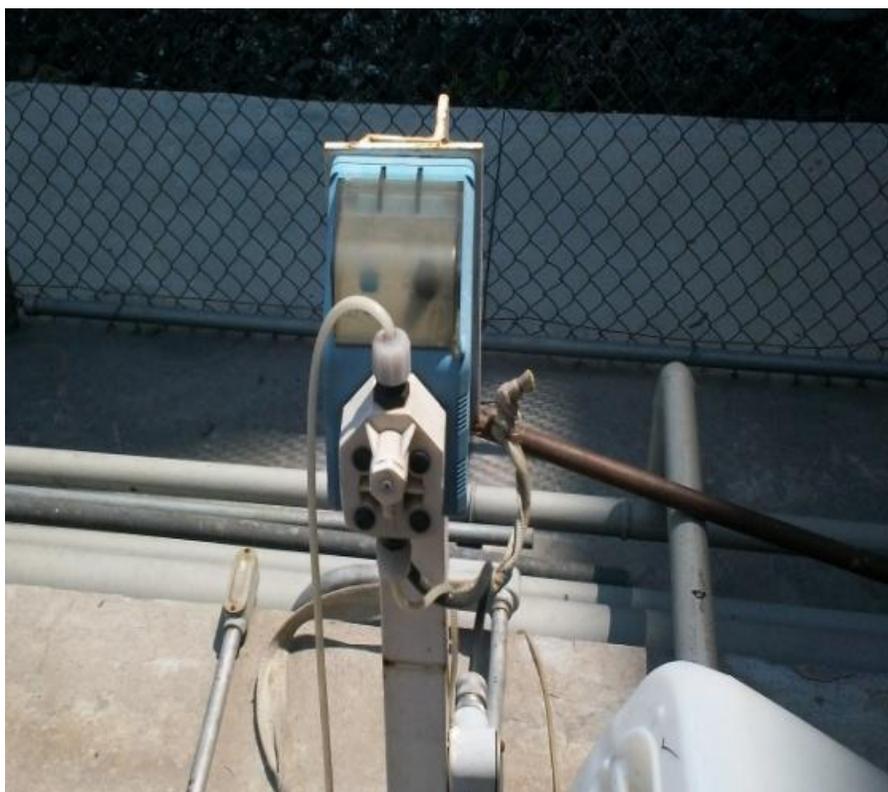
BOMBAS DOSIFICADORAS

Cantidad: 3 pzas.

Marca: Laympres, modelo CLI21, SFP 115, vac.

Estado: En funcionamiento, requiere cambio de mangueras

El cambio de mangueras es necesario pues el correcto funcionamiento de la bomba dosificadora de cloro es necesario para destruir todos los organismos patógenos presentes en el agua y que ésta tenga las características necesarias para cumplir con la normatividad establecida.



Bombas dosificadora

ALIMENTACION A FILTROS

Equipo de control: Sensor de nivel tipo pera

Cantidad: 2 pza.

Estado: No funcionan

Si no funciona este sensor no se puede garantizar el nivel del agua en un intervalo de variación preestablecido para el correcto funcionamiento de los filtros.



Sensores tipo pera dañados

DESCARGA FINAL

Equipo:	Medidores de flujo magnéticos
Cantidad:	1 pza.
Marca:	Badger Meter Magnetoflow,
Estado:	En funcionamiento, calibración verificada.

Al funcionar bien sólo se hace la recomendación mantenimiento y limpieza de instrumentos de medición para evitar averías futuras.



**Sensor de
flujo**

A lo largo del recorrido el trabajo se pudo realizar sin contratiempo, el ambiente laboral era bueno y siempre hubo disposición por parte del personal encargado de la operación de las plantas para responder cualquier duda, así que fueron mínimos los inconvenientes que se presentaron en la inspección.

Al realizar los recorridos, se prestó especial atención en transitar con cuidado entre las estructuras de tratamiento, para evitar algún accidente, ya que fue riesgoso debido a la existencia de algunos cables sueltos o mal conectados, así como tuberías oxidadas.

Una vez realizado el levantamiento de la información de campo, se realizó un informe técnico para que los representantes de la empresa lo hicieran llegar al personal técnico correspondiente, pero ya como dictamen.

CONCLUSIONES:

- En los trabajos de diagnóstico de plantas de tratamiento, es de vital importancia realizar recorridos minuciosos por la infraestructura, así como contar con la información técnica necesaria del tren de tratamiento, acerca de la disposición, dimensiones, características de los procesos, e información de los equipos electromecánicos y de control.
- Es importante previamente al recorrido, consultar algún evento que pudiera haber sido motivo de una falla del sistema y que estuviese documentado.
- Es imprescindible contar con las normas oficiales mexicanas aplicables y llevar a cabo un exhaustivo análisis de dichas disposiciones, a fin de apegarse absolutamente a ellas en el proceso de revisión del sistema de tratamiento.
- El buen clima laboral se genera por la buena disposición de colaboración de ambas partes, sin embargo, es necesario que el personal de la empresa esté predispuesto a propiciar dichas circunstancias, ya que el éxito de los levantamientos de campo depende en parte de las circunstancias que se den durante el recorrido.

REFERENCIAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

D:

*DOMINGO JIMÉNEZ BELTRAN; FEDERICO DE LORA;
RUBENS SETTEE RAMALHO.-1991
“INTRODUCTION TO WASTEWATER TREATMENT PROCESSES”, SECOND EDITION
EDITORIAL REVERTE S.A.*

E:

*ELIASSEN R. AND E.A. CASSELLI;
“DESIGN FACTORS FOR EFFECTIVE SETTLING OF COAGULATED WATER”
WATER WORKS ENGINEERING.- NOVEMBER 1957.*

G:

*GORDON MASKEW FAIR; JOHN CHARLES GRGER
“INGENIERÍA SANITARIA Y DE AGUAS RESIDUALS”
LIMUSA NORIEGA EDITORES.*

I:

*ING. SERGIO VARGAS 1987 “WATER SUPPLY AND WASTE DISPOSAL”
COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL S.A. DE C.V.
MÉXICO 22 D.F.*

R:

*R.S. RONALHO “TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES”
EDITORIAL REVERTE S.A.
QUEBEC CANADÁ.*

T:

*THE AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION,
INC.-1975 MADRID
“CONTROL DE CALIDAD DE TRATAMIENTO DE AGUA”*

NORMAS:

NOM-001-SEMARNAT-1996 (RESUMEN)

NOM-002-SEMARNAT-1996 (RESUMEN)

NOM-003-SEMARNAT-1997 (RESUMEN)

NOM-010-ENER-1996

NOM-001-SEDE, INSTALACIONES ELÉCTRICAS

NTIE: NORMAS TÉCNICAS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ASTM: SOCIEDAD AMERICANA PARA PRUEBAS Y MATERIALES

PAGINAS WEB:

SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE CANTIDAD, CALIDAD, USOS Y CONSERVACIÓN DEL AGUA (SINA):

<http://201.116.60.25/sina/>

CONAGUA:

<http://www.conagua.gob.mx>

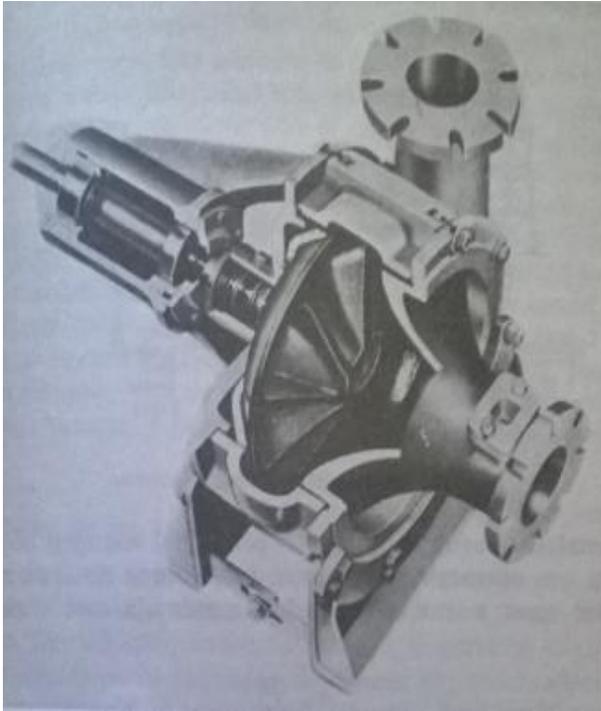
ORIGEN DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:

<http://blog.condorchem.com/historia-sobre-el-tratamiento-del-agua-potable/>

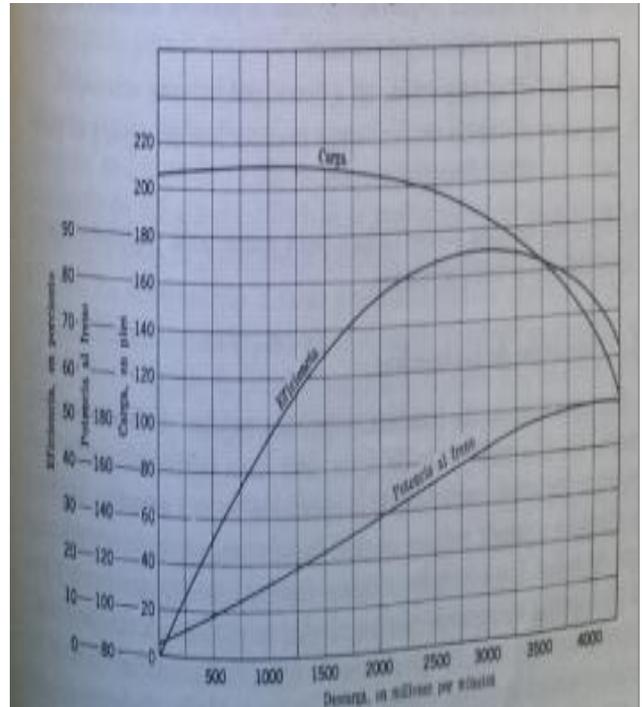
AGUAS RESIDUALES, CUIDADO DEL AGUA:

http://www.cuidoelagua.org/empapate/empapate_aguas.html

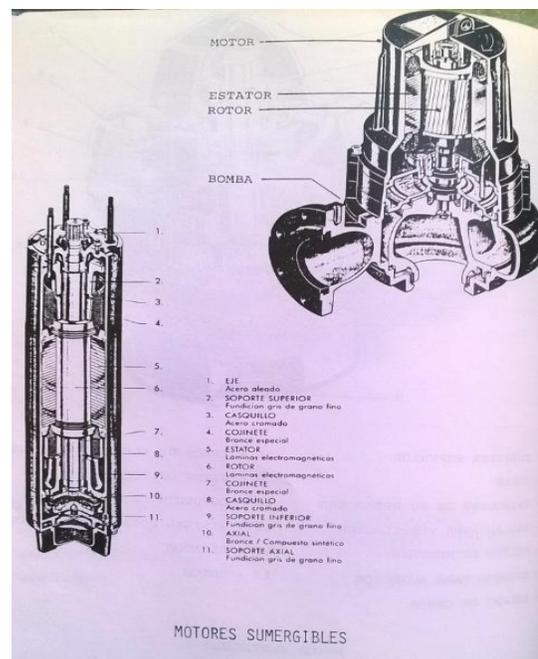
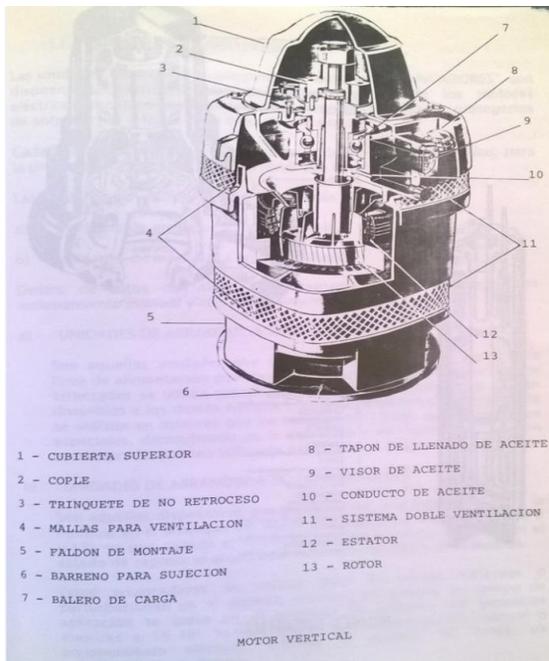
**NOMOGRAMAS Y CURVAS
CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS
HIDRONEUMÁTICOS**



Bomba centrifuga tipo impulsor



curva de operación para bomba centrifuga

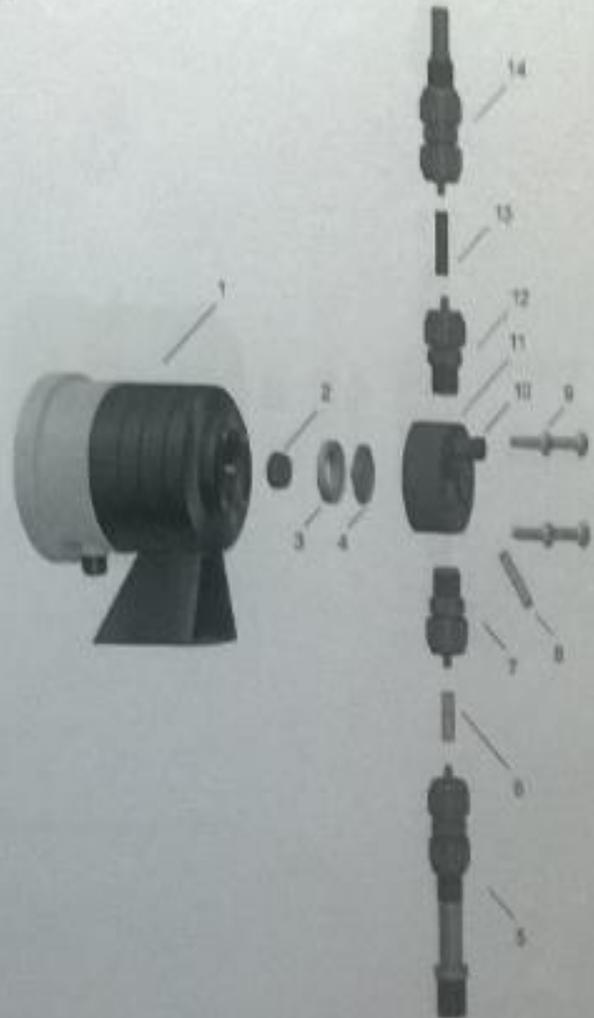


Bomba sumergible

14 Despiece de la bomba dosificadora y accesorios

14.1 DS6-0910 con cabezal en PP o PVDF

Despiece (1) (2) (3)	PP	PVDF
1	Cuerpo de bomba	
2	Retén de seguridad	
3	Respaldo del diafragma	
4	Diafragma	
5	VP-01-PP-EG20-F VP-01-PP-ES20-F VP-01-PP-EC20-F VP-01-PP-VS20-F VP-01-PP-VC20-F	VP-01-VF-VS20-F VP-01-VF-VC20-F
6	TPVC-6-010 TPVC-6-100	TPE-6T-010 TPE-6T-100
7	VS-01-PP-EG20 VS-01-PP-ES20 VS-01-PP-EC20 VS-01-PP-VS20 VS-01-PP-VC20	VS-01-VF-VS20 VS-01-VF-VC20
8	TPVC-4-010 TPVC-4-100	TPE-4T-010 TPE-4T-100
9	Juego de tornillos del cabezal	
10	VR-01-PP-E	
11	CC09-PP	CC09-VF
12	VI-01-PP-EG21 VI-01-PP-ES21 VI-01-PP-EC21 VI-01-PP-VS21 VI-01-PP-VC21	VI-01-VF-VS21 VI-01-VF-VC21
13	TPE-6N-010 TPE-6N-100	TPE-6T-010 TPE-6T-100
14	VD-01-PP-EG20 VD-01-PP-ES20 VD-01-PP-EC20 VD-01-PP-VS20 VD-01-PP-VC20	VD-01-VF-VS20 VD-01-VF-VC20



Cabezal armado (4)	PP	PVDF
Incluye las piezas 7, 9, 10, 11 y 12	CC09-PP-EG200 CC09-PP-ES200 CC09-PP-EC200 CC09-PP-VS200 CC09-PP-VC200	CC09-VF-VS200 CC09-VF-VC200

Juego de tubos de conexión (5)	PP	PVDF
Tubos de succión, descarga y purga	IT-01-2	IT-01-2

Kit de reparación (6)	PP	PVDF
Incluye las piezas 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12 y 14 más un fusible de repuesto	KRCL9-PP-EG200-T KRCL9-PP-ES200-T KRCL9-PP-EC200-T KRCL9-PP-VS200-T KRCL9-PP-VC200-T	KRCL9-PP-VS200-T KRCL9-PP-VC200-T

Despiece de bomba dosificadora

ABS bomba de lodos sumergible JS 84

ES 50 Hz

Características

Bomba eléctrica sumergible. Sumergencia máxima 20 m. Protección IP 68. Temperatura máx. del líquido bombeado a máxima potencia y en servicio continuo: 40 °C. Densidad máx. del líquido: 1120 kg/m³. pH del líquido bombeado: 5 - 8. Colector con peso libre de 25 x 45 mm. Número máx. de arranques 30/h. El tamaño de máximo diámetro preciso que al mover la hélice del motor se encuentre sumergido para servicio continuo. (La hélice puede trabajar tumbada.)

JS 84 D/DKS** - 175 trifásica.
JS 84 D/DKS* - 196 trifásica.

Hermeticidad: regulador de nivel incorporado, excl. 500 V.
**diámetro de impulsor para funcionamiento con bajo nivel de agua o servicio intermitente en seco.

Motor eléctrico

Motor trifásico de inducción con rotor en jaula de ardilla, 50 Hz. Factor de servicio: 1.1. Aislamiento clase F. Potencia motor P₁: 0,3 kW. Velocidad: 3000 r.p.m.

Tensión, V	230	400	500
Intensidad nominal, A	27,8	7,6	12,7

Modo de arranque

Arranque directo con contactor incorporado.
Arranque directo con arrancador suave (400-460 V).
Opción: convertidor de frecuencia la bomba debe operar con placa de bornes en vez de contactor.

Cable de alimentación

20 metros tipo S18NA-F (estándar).
4 x 4 mm² (230-400 V).
4 x 2,5 mm² (500 V).

20 metros tipo NSSH/U1... JSE (cable de alta resistencia).
3x2,5-3x2,5/5/6 (230-500 V).

Protección del motor

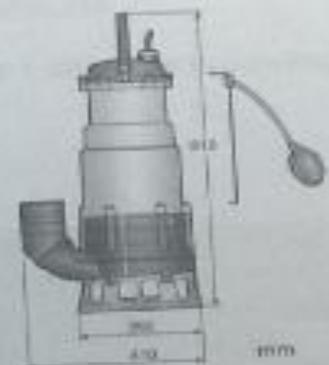
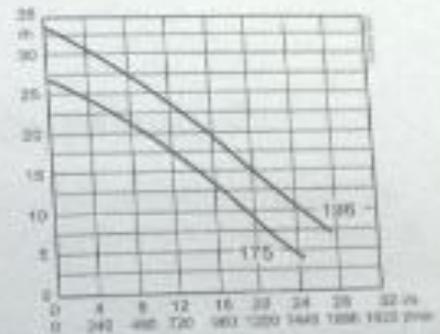
Protección térmica incorporada en el aislamiento del estator (140°C). 25% conectada al contactor refrigerado.

Estanqueidad del eje

Doble junta mecánica en baño de aceite.
Interior: Carburador de plomo sobre carburo de silicona.
Superior: Acero inoxidable sobre carburo con tratamiento 400-1000.

Rodamientos

Superior: De una hilera de bolas.
Inferior: De doble hilera de bolas de contacto angular.



Conos de descarga

3" / 4" (estándar) para manguera.
2" / 4" (para BSP GAG).

Peso (sin cables)

47 kg

Opciones y accesorios

Ánodos de zinc. Recubrimiento de protección. Vigilancia electrónica del motor. Guardamotorres y cuadros eléctricos. Regulador automático de nivel. Sistema de detección. Kit de reparación. Accesorios para conos de descarga y manguera.

Material		EN	ASTM
Carcasa motor	Aluminio	EN 1706:AC-43100	ASTM A501000
Eje y bomblera	Acero inoxidable	10356 A509:18-101 43011	A301 304
Eje	Acero inoxidable	10356 A509:18-1011 43011	A301 304
Junta y impulsor	Fundición nodular	1543 EN6:25-HB130	ASTM A 536-80: 40-40-10
Arroba térmica	Caucho de nitrilo		

SULZER

abs

Especificaciones de bomba de lodos

(ANEXO: A)
MÉTODOS DE AFORO

MÉTODOS DE AFORO:

Una vez que se verifico en campo las características de las descargas se toma la determinación, que el método más apropiado para la toma del gasto era el “aforo volumétrico”.

Aforo: es la determinación de la cantidad de agua que lleva un canal o un curso de agua.

Aforo volumétrico: Consiste en determinar el tiempo que tarda una corriente de agua en llenar un recipiente de volumen conocido. Responde a la fórmula:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Q = gasto

V = volumen (litros)

T = tiempo (segundos)

Estaciones de aforo.

Se estableció una estación de aforo siendo la siguiente:

Cárcamo de bombeo de planta 2

Periodos de medición

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana: NMX-AA-014-1980 y la NMX-AA-003-1980 (lineamientos generales y recomendaciones para el muestreo en cuerpos receptores de aguas

superficiales), se tomaron las muestras de agua residual a cada cuatro horas, hasta obtener seis muestras por día y por descarga, para posteriormente efectuar una muestra compuesta de diez litros para su envío al laboratorio para efectuar los análisis correspondientes, a la par de la toma de muestras se determinaron los gastos de cada descarga de aguas residuales.

Nota: en el de monitoreo y toma de muestras no hubo descargas de aguas pluviales ni interferencias de aguas freáticas.

FLUJOS DE DESCARGA Y PROMEDIOS RESPECTIVOS

Hora de monitoreo	Día de monitoreo 28-29 de Enero (lps.)	Día de monitoreo 30 al 31 de Enero (lps.)	Día de monitoreo 31 de Enero al 1º de Febrero (lps.)	Promedio general (lps.)
12:00	6.05	6.1	5.4	
16:00	5.4	5.85	6.15	
20:00	5.1	5.25	5.1	
00:00	6.25	5.95	5.75	
4:00	5.28	6.25	5.00	
8:00	6.0	6.0	6.25	
Promedio	5.68	5.9	5.6	

Flujo al 50 % del flujo de diseño del sistema.

Muestreo y análisis de campo

En las estaciones de monitoreo, se tomaron muestras a cada cuatro Horas. Parte de las mismas se emplearon para los análisis de campo y el volumen restante se preservó y almacenó para conformar las muestras compuestas de veinticuatro Horas. Los parámetros que se determinaron en campo fueron:

-Temperatura

-pH.

-Materia flotante

Durante el periodo de monitoreo no se presentaron descargas pluviales.

Periodo de muestreo

Para el efecto del muestreo se tomaron durante tres días, siguiendo los criterios establecidos en la normatividad y estos se efectuaron del día 29 al 30 de Enero, del 30 al 31 de Enero y del 31 de Enero al 1 de Febrero del año en curso

Tipo de muestra

Muestra compuesta de veinticuatro Horas. Formada por la aportación proporcional de acuerdo al gasto volumétrico de cada una de las seis tomas citadas.

Parámetros a determinar

Los parámetros que se realizaron en el laboratorio fueron los siguientes:

Demanda química de oxígeno

Demanda bioquímica de oxígeno al quinto día

Nitrógeno total

Fosforo total

Grasas y aceites

Sólidos suspendidos totales

Sólidos sedimentables

Arsénico total

Cadmio total

Cobre total

Cromo total

Mercurio total

Níquel total

Plomo total

Zinc total

Cianuros

Procedimientos de monitoreo

Para su preservación las muestras se colocaron desde su recolección hasta la recepción en el laboratorio en recipientes térmicos.

Almacenamiento de las muestras

Los recipientes que se emplearon para la recolección de las muestras de agua residual para su análisis en laboratorio, tuvieron las siguientes características:

Grasas y aceites: frasco de vidrio de boca ancha de un litro de capacidad

Coliformes totales: bolsas esterilizadas de plástico de 125 ml.

Parámetros fisicoquímicos: envase plástico de tres litros de capacidad

RESULTADOS DE ANALISIS

PUNTO DE MUESTREO:	<i>CARCAMO DE BOMBEO T2</i>
FECHA Y HORA DE MUESTREO:	29 al 30 de Enero de 2015 (24 hrs.)
TIPO DE MUESTREO:	Compuesto
FECHA Y HORA DE MUESTREO:	31 de Enero al 1 de Febrero de 2015 (24 hrs.)
TIPO DE MUESTREO:	Compuesto
FECHA Y HORA DE MUESTREO:	1 de Febrero al 2 de Febrero de 2015 (24 hrs.)

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDADES	1 de Febrero al 2 de Febrero de 20125	31 de Enero al 1 de Febrero	29 al 30 de Enero de 2015	PROMEDIO
DQO	mg/L	1077.0	1384.7	1000.1	1153.93
NITROGENO TOTAL K.	mg/L	158.17	171.82	150.92	160.3
NITROGENO TOTAL	mg/L	158.38	172.58	151.68	160.88
ARSENICO TOTAL	mg/L	0	0	<0.0022	<0.00073
CADMIO TOTAL	mg/L	0.052	<0.052	<0.052	0.052
COBRE TOTAL	mg/L	0.34	0.364	<0.073	<0.259
CROMO TOTAL	mg/L	<0.117	<0.117	<0.177	<0.177
MERCURIO TOTAL	mg/L	<0.0041	<0.0041	<0.0041	<0.0041
NIQUEL TOTAL	mg/L	<0.107	<0.107	<0.107	<0.107
PLOMO TOTAL	mg/L	<0.106	<0.106	<0.106	<0.106
ZINC TOTAL	mg/L	0.375	0.398	0.169	0.1046
CIANUROS	mg/L	No Reportado	No Reportado	<0.023	<0.00766
FOSFORO TOTAL	mg/L	28.0942	46.1229	20.9406	31.71
NITRATOS	mg/L	0.67	.214	0.596	0.4933
NITRITOS	mg/L	0.0912	0.0205	0.1655	0.00924
COLIFORMES FECALES	nmp/100ml	2800	700	2300	1933.33
DBO5	mg/L	784	920	421	708.33
HUEVOS DE HELMINTO	H/L	0	0	0	0
GRASAS Y ACEITES	mg/L	145.4	<8.80	178.40	110.86
POTENCIAL HIDROGENO	unidades	7.3	7.13	7.2	7.21
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	436.4	1060.0	350.0	615.46
SOLIDOS SEDIMENTABLES	ml/L	7	3.5	5	5.16

(ANEXO: B)
RESUMEN DE LA
NOM-001-SEMARNAT-1996

RESUMEN DE LA NON NOM-001-SEMARNAT-1996

Objetivo y Campo de aplicación

ESTA NORMA OFICIAL MEXICANA ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES, CON EL OBJETO DE PROTEGER SU CALIDAD Y POSIBILITAR SUS USOS, Y ES DE OBSERVANCIA OBLIGATORIA PARA LOS RESPONSABLES DE DICHAS DESCARGAS. ESTA NORMA OFICIAL MEXICANA NO SE APLICA A LAS DESCARGAS DE AGUAS PROVENIENTES DE DRENAJES SEPARADOS DE AGUAS PLUVIALES.

Definiciones

Aguas costeras: Son las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fija el derecho internacional; así como las aguas marinas interiores, las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar.

Aguas nacionales: Las aguas propiedad de la Nación, en los términos del párrafo quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

Aguas pluviales: Aquellas que provienen de lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y granizo.

Bienes nacionales: Son los bienes cuya administración está a cargo de la Comisión Nacional del Agua en términos del artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales.

Carga contaminante: Cantidad de un contaminante expresada en unidades de masa por unidad de tiempo, aportada en una descarga de aguas residuales.

Condiciones particulares de descarga: El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por la Comisión Nacional del Agua para el responsable o grupo de responsables de la descarga o para un cuerpo receptor específico, con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

Contaminantes básicos: Son aquellos compuestos y parámetros que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno₅, nitrógeno total (suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl, de nitritos y de nitratos, expresadas como mg/litro de nitrógeno), fósforo total, temperatura y pH.

Contaminantes patógenos y parasitarios: Son aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la

salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los coliformes fecales y los huevos de helminto.

Cuerpo receptor: Son las corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos.

Descarga: Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

Embalse artificial: Vaso de formación artificial que se origina por la construcción de un bordo o cortina y que es alimentado por uno o varios ríos o agua subterránea o pluvial.

Embalse natural: Vaso de formación natural que es alimentado por uno o varios ríos o agua subterránea o pluvial.

Estuario: Es el tramo del curso de agua bajo la influencia de las mareas que se extiende desde la línea de costa hasta el punto donde la concentración de cloruros en el agua es de 250 mg/l.

Humedales naturales: Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénegas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos originadas por la descarga natural de acuíferos.

Límite máximo permisible: Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

Metales pesados y cianuros: Son aquellos que, en concentraciones por encima de determinados límites, pueden producir efectos negativos en la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc y cianuros.

Muestra compuesta: La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la Tabla 1. Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.

T A B L A 1

FRECUENCIA DE MUESTREO			
HORAS POR DÍA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NÚMERO DE MUESTRAS SIMPLES	INTERVALO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MÍNIMO N.E.	MÁXIMO N.E.
Menor que 4	mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

T A B L A 2

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																					
PARÁMETROS	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES (B)		
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)				
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	
Materia Flotante (3)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2	
Sólidos Suspendedos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150	
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	

- (1) Instantáneo
 - (2) Muestra Simple Promedio Ponderado
 - (3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006.
- P.D.= Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual:
 N.A. = No es aplicable.
 (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

T A B L A 3

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA METALES PESADOS Y CIANUROS																				
PARÁMETROS (*)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES (B)	
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)			
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.05	0.1	0.1	0.2

Cianuros	1.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0
Cobre	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4.0	6.0
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	5	10	0.2	0.4
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

(*) Medidos de manera total.

P.D. = Promedio Diario

P.M. = Promedio Mensual

N.A. = No es aplicable

(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Al responsable de la descarga de aguas residuales que antes de la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana se le hayan fijado condiciones particulares de descarga, podrá optar por cumplir los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma, previo aviso a la Comisión Nacional del Agua.

Los responsables de las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales deben cumplir con la presente Norma Oficial Mexicana de acuerdo con lo siguiente:

- a) Las descargas municipales tendrán como plazo límite las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 4. El cumplimiento es gradual y progresivo, conforme a los rangos de población. El número de habitantes corresponde al determinado en el XI Censo Nacional de Población y Vivienda, correspondiente a 1990, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- b) Las descargas no municipales tendrán como plazo límite hasta las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 5. El cumplimiento es gradual y progresivo, dependiendo de la mayor

carga contaminante, expresada como demanda bioquímica de oxígeno₅ (DBO₅) o sólidos suspendidos totales (SST), según las cargas del agua residual, manifestadas en la solicitud de permiso de descarga, presentada a la Comisión Nacional del Agua.

T A B L A 4

DESCARGAS MUNICIPALES	
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	RANGO DE POBLACIÓN
1 de enero de 2000	mayor de 50,000 habitantes
1 de enero de 2005	de 20,001 a 50,000 habitantes
1 de enero de 2010	de 2,501 a 20,000 habitantes

T A B L A 5

DESCARGAS NO MUNICIPALES		
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	CARGA CONTAMINANTE	
	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO₅ t/d (toneladas/día)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)
1 de enero de 2000	mayor de 3.0	mayor de 3.0
1 de enero de 2005	de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0
1 de enero de 2010	menor de 1.2	menor de 1.2

Las fechas de cumplimiento establecidas en las Tablas 4 y 5 de esta Norma Oficial Mexicana podrán ser adelantadas por la Comisión Nacional del Agua para un cuerpo receptor en específico, siempre y cuando exista el estudio correspondiente que valide tal modificación.

Los responsables de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, cuya concentración de contaminantes en cualquiera de los parámetros básicos, metales pesados y cianuros, que rebasen los límites máximos permisibles señalados en las Tablas 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana, multiplicados por cinco, para cuerpos receptores tipo B (ríos, uso público urbano), quedan obligados a presentar un programa de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad del agua de sus descargas a la Comisión

Nacional del Agua, en un plazo no mayor de 180 días naturales, a partir de la publicación de esta Norma en el Diario Oficial de la Federación.

Los demás responsables de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, que rebasen los límites máximos permisibles de esta norma, quedan obligados a presentar un programa de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua, en las fechas establecidas en las Tablas 6 y 7.

Lo anterior, sin perjuicio del pago de derechos a que se refiere la Ley Federal de Derechos y a las multas y sanciones que establecen las leyes y reglamentos en la materia.

T A B L A 6

DESCARGAS MUNICIPALES	
RANGO DE POBLACIÓN	FECHA LÍMITE PARA PRESENTAR PROGRAMA DE ACCIONES
mayor de 50,000 habitantes	30 de junio de 1997
de 20,001 a 50,000 habitantes	31 de diciembre de 1998
de 2,501 a 20,000 habitantes	31 de diciembre de 1999

T A B L A 7

CARGA CONTAMINANTE DE LAS DESCARGAS NO MUNICIPALES	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO₅ Y/O SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FECHA LÍMITE PARA PRESENTAR PROGRAMA DE ACCIONES
mayor de 3.0	30 de junio de 1997
de 1.2 a 3.0	31 de diciembre de 1998
menor de 1.2	31 de diciembre de 1999

El responsable de la descarga queda obligado a realizar el monitoreo de las descargas de aguas residuales para determinar el promedio diario y mensual. La periodicidad de análisis y reportes se indican en la Tabla 8 para descargas de tipo municipal y en la Tabla 9 para descargas no municipales. En situaciones que justifiquen un mayor control, como protección de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, emergencias hidroecológicas o procesos productivos fuera de control, la Comisión Nacional del Agua podrá modificar la periodicidad de análisis y reportes. Los registros del monitoreo deberán mantenerse para su consulta por un período de tres años posteriores a su realización.

T A B L A 8

RANGO DE POBLACIÓN	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 50,000 habitantes	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 20,001 a 50,000 habitantes	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
de 2,501 a 20,000 habitantes	SEMESTRAL	ANUAL

T A B L A 9

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO₅ t/d (toneladas/día)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 3.0	mayor de 3.0	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
menor de 1.2	menor de 1.2	SEMESTRAL	ANUAL

(ANEXO: C)
RESUMEN DE LA
NOM-002-SEMARNAT-1996

RESUMEN DE LA NOM-002-SEMARNAT-1996

Objetivo y Campo de aplicación

ESTA NORMA OFICIAL MEXICANA ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL CON EL FIN DE PREVENIR Y CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS Y BIENES NACIONALES, ASÍ COMO PROTEGER LA INFRAESTRUCTURA DE DICHOS SISTEMAS, Y ES DE OBSERVANCIA OBLIGATORIA PARA LOS RESPONSABLES DE DICHAS DESCARGAS.

Esta Norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.

Definiciones

Aguas pluviales: Aquéllas que provienen de las lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y el granizo.

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

Aguas residuales de proceso: Las resultantes de la producción de un bien o servicio comercializable.

Aguas residuales domésticas: Las provenientes del uso particular de las personas y del hogar.

Autoridad competente: Los Gobiernos de los Estados, del Distrito Federal, y de los Municipios, por sí o a través de sus organismos públicos que administren el agua.

Condiciones particulares para descargas al alcantarillado urbano o municipal: El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus límites máximos permisibles en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, establecidos por la autoridad competente, previo estudio técnico correspondiente, con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas.

Contaminantes: Son aquellos parámetros o compuestos que, en determinadas concentraciones, pueden producir efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente, dañar la infraestructura hidráulica o inhibir los procesos de tratamiento de las aguas residuales.

Descarga: Acción de verter aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Instantáneo: Es el valor que resulta del análisis de laboratorio a una muestra de agua residual tomada de manera aleatoria o al azar en la descarga.

Límite máximo permisible: Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

Muestra compuesta: La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la especificación 4.10 de esta Norma Oficial Mexicana.

Muestra simple: La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, el volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.

Parámetro: Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad física, química y biológica del agua.

Promedio diario (P.D.): Es el valor que resulta del análisis de una muestra compuesta, tomada en un día representativo del proceso generador de la descarga.

Promedio mensual (P.M.): Es el valor que resulte de calcular el promedio ponderado en función del caudal de los valores que resulten del análisis de laboratorio practicados al menos a dos muestras compuestas, tomadas en días representativos de la descarga en un periodo de un mes.

Punto de descarga: Es el sitio seleccionado para la toma de muestras, en el que se garantiza que fluye la totalidad de las aguas residuales de la descarga.

Sistema de alcantarillado urbano o municipal: Es el conjunto de obras y acciones que permiten la prestación de un servicio público de alcantarillado, incluyendo el saneamiento, entendiendo como tal la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales.

Especificaciones

Los límites máximos permisibles para contaminantes de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, no deben ser superiores a los indicados en la Tabla 1. Para las grasas y aceites es el promedio ponderado en función del caudal, resultante de los análisis practicados a cada una de las muestras simples.

TABLA 1

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES			
PARAMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	Promedio Mensual	Promedio Diario	Instantáneo
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo hexavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

Los límites máximos permisibles establecidos en la columna instantáneo, son únicamente valores de referencia, en el caso de que el valor de cualquier análisis exceda el instantáneo, el responsable de la descarga queda obligado a presentar a la autoridad competente en el tiempo

y forma que establezcan los ordenamientos legales locales, los promedios diario y mensual, así como los resultados de laboratorio de los análisis que los respaldan.

El rango permisible de pH (potencial hidrógeno) en las descargas de aguas residuales es de 10 (diez) y 5.5 (cinco punto cinco) unidades, determinado para cada una de las muestras simples.

Las unidades de pH no deberán estar fuera del intervalo permisible, en ninguna de las muestras simples.

El límite máximo permisible de la temperatura es de 40°C. (cuarenta grados Celsius), medida en forma instantánea a cada una de las muestras simples. Se permitirá descargar con temperaturas mayores, siempre y cuando se demuestre a la autoridad competente por medio de un estudio sustentado, que no daña al sistema del mismo.

Los límites máximos permisibles para los parámetros demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, que debe cumplir el responsable de la descarga a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, son los establecidos en la Tabla 2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 referida en el punto 2 de esta Norma, o a las condiciones particulares de descarga que corresponde cumplir a la descarga municipal.

El responsable de la descarga de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal que no dé cumplimiento a lo establecido en el punto 4.6, podrá optar por remover la demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, mediante el tratamiento conjunto de las aguas residuales en la planta municipal, para lo cual deberá de:

- a)** Presentar a la autoridad competente un estudio de viabilidad que asegure que no se generará un perjuicio al sistema de alcantarillado urbano o municipal.
- b)** Sufragar los costos de inversión, cuando así se requiera, así como los de operación y mantenimiento que le correspondan de acuerdo con su caudal y carga contaminante de conformidad con los ordenamientos jurídicos locales aplicables.

No se deben descargar o depositar en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, conforme a la regulación vigente en la materia.

La autoridad competente podrá fijar condiciones particulares de descarga a los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado, de manera individual o colectiva, que establezcan lo siguiente:

- c)** Nuevos límites máximos permisibles de descarga de contaminantes.
- d)** Límites máximos permisibles para parámetros adicionales no contemplados en esta Norma.

Dicha acción deberá estar justificada por medio de un estudio técnicamente sustentado, presentado por la autoridad competente o por los responsables de la descarga

Los valores de los parámetros en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal a que se refiere esta Norma, se obtendrán de análisis de muestras compuestas, que resulten de la mezcla de las muestras simples, tomadas éstas en

volúmenes proporcionales al caudal medido en el sitio y en el momento del muestreo, de acuerdo con la Tabla 2.

Tabla 2 FRECUENCIA DE MUESTREO

HORAS POR DIA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NUMERO DE MUESTRAS SIMPLES	INTERVALO MAXIMO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MINIMO	MAXIMO
Menor que 4	Mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples debe ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VMSi = VMC \times \frac{Qi}{Qt}$$

Donde:

VMSi =volumen de cada una de las muestras simples “i”, litros.

VMC = volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, litros.

Qi = caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, litros por segundo.

Qt = Qi hasta Qn, litros por segundo.

En el caso de que en el periodo de operación del proceso o realización de la actividad generadora 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 contaminantes.

Los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal deben cumplir los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma, en las fechas establecidas en la Tabla 3. De esta manera, el cumplimiento es gradual y progresivo, conforme al rango de población, tomando como referencia el XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

TABLA 3

FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	RANGO DE POBLACION
1 de enero de 1999	mayor de 50,000 habitantes
1 de enero de 2004	de 20,001 a 50,000 habitantes
1 de enero de 2009	de 2,501 a 20,000 habitantes

Las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 3 de esta Norma, para el o los responsables de descargas individuales o colectivas, pueden ser modificadas por la autoridad competente, cuando:

- a)** El sistema de alcantarillado urbano o municipal cuente con una o varias plantas de tratamiento en operación y la o las descargas causen efectos nocivos a la misma, el responsable de la descarga queda obligado a presentar a la autoridad competente, en

un plazo no mayor de 180 (ciento ochenta) días a partir de la fecha de publicación de esta Norma, un programa de acciones en el cual se establezca en tiempo y forma el cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana.

- b)** La autoridad competente, previo a la publicación de esta Norma, haya suscrito formalmente compromisos financieros y contractuales para construir y operar la o las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.
- c)** La Comisión Nacional del Agua oficialmente establezca emergencias hidroecológicas o prioridades en materia de saneamiento, y en consecuencia se modifique la fecha de cumplimiento establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, referida en el punto 2 de esta Norma, para su descarga correspondiente.
- d)** Exista previo a la publicación de esta Norma, reglamentación local que establezca fechas de cumplimiento para los responsables de las descargas a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Cuando la autoridad competente determine modificar las fechas de cumplimiento, deberá notificarlo a los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, conforme a los procedimientos legales locales correspondientes.

Los responsables de las descargas tienen la obligación de realizar los análisis técnicos de las descargas de aguas residuales, con la finalidad de determinar el promedio diario o el promedio

mensual, analizando los parámetros señalados en la Tabla 1 de la presente Norma Oficial Mexicana. Asimismo, deben conservar sus registros de análisis técnicos por lo menos durante tres años posteriores a la toma de muestras.

El responsable de la descarga podrá quedar exento de realizar el análisis de alguno o varios de los parámetros que se señalan en esta Norma, cuando demuestre a la autoridad competente que, por las características del proceso productivo, actividades que desarrolla o el uso que le dé al agua, no genera o concentra los contaminantes a exentar, manifestándolo ante la autoridad competente, por escrito y bajo protesta de decir verdad. La autoridad competente podrá verificar la veracidad de lo manifestado por el responsable. En caso de falsedad, el responsable quedará sujeto a lo dispuesto en los ordenamientos legales locales aplicables.

El responsable de la descarga, en los términos que lo establezca la legislación local, queda obligado a informar a la autoridad competente, de cualquier cambio en sus procesos productivos o actividades, cuando con ello modifique la calidad o el volumen del agua residual que le fueron autorizados en el permiso de descarga correspondiente.

El responsable de la descarga de aguas residuales que, como consecuencia de implantar o haber implantado un programa de uso eficiente y/o reciclaje del agua en sus procesos productivos, concentre los contaminantes en su descarga, y en consecuencia rebase los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma, deberá solicitar ante la autoridad

competente se analice su caso particular, a fin de que ésta le fije condiciones particulares de descarga.

En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio diario o mensual de los parámetros referidos en el punto 4.1 de esta Norma, la suma de esta concentración al límite máximo permisible correspondiente, es el valor que el responsable de la descarga está obligado a cumplir, siempre y cuando lo demuestre y notifique por escrito a la autoridad competente.

Métodos de prueba

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma, se pueden aplicar los métodos de prueba referidos en las normas mexicanas señaladas en el punto 2 de esta Norma. El responsable de la descarga puede solicitar a la autoridad competente, la aprobación de métodos alternos. En caso de aprobarse, dichos métodos quedarán autorizados para otros responsables de descarga en situaciones similares.

Grado de concordancia con normas internacionales

No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

(ANEXO: D)
RESUMEN DE LA
NOM-003-SEMARNAT-1997

RESUMEN DE LA NOM-003-SEMARNAT-1997

Objetivo y campo de aplicación

ESTA NORMA OFICIAL MEXICANA ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO, CON EL OBJETO DE PROTEGER EL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD DE LA POBLACIÓN, Y ES DE OBSERVANCIA OBLIGATORIA PARA LAS ENTIDADES PÚBLICAS RESPONSABLES DE SU TRATAMIENTO Y REUSO.

En el caso de que el servicio al público se realice por terceros, éstos serán responsables del cumplimiento de la presente Norma, desde la producción del agua tratada hasta su reuso o entrega, incluyendo la conducción o transporte de la misma.

Definiciones

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

Aguas crudas: Son las aguas residuales sin tratamiento

Aguas residuales tratadas: Son aquellas que mediante procesos individuales o combinados de tipo físicos, químicos, biológicos u otros, se han adecuado para hacerlas aptas para su reuso en servicios al público.

Contaminantes básicos: Son aquellos compuestos o parámetros que pueden ser removidos o estabilizados mediante procesos convencionales. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, demanda bioquímica de oxígeno⁵ y sólidos suspendidos totales.

Contaminantes patógenos y parasitarios: Son los microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los coliformes fecales medidos como NMP o UFC/100 ml (número más probable o unidades formadoras de colonias por cada 100 mililitros) y los huevos de helminto medidos como h/l (huevos por litro).

Entidad pública: Los gobiernos de los estados, del Distrito Federal, y de los municipios, por sí o a través de sus organismos públicos que administren el agua.

Lago artificial recreativo: Es el vaso de formación artificial alimentado con aguas residuales tratadas con acceso al público para paseos en lancha, prácticas de remo y canotaje donde el usuario tenga contacto directo con el agua.

Lago artificial no recreativo: Es el vaso de formación artificial alimentado con aguas residuales tratadas que sirve únicamente de ornato, como lagos en campos de golf y parques a los que no tiene acceso el público.

Límite máximo permisible: Valor o rango asignado a un parámetro, que no debe ser excedido por el responsable del suministro de agua residual tratada.

Promedio mensual (P.M.): Es el valor que resulta del promedio de los resultados de los análisis practicados a por lo menos dos muestras simples en un mes.

Para los coliformes fecales es la media geométrica; y para los huevos de helminto, demanda bioquímica de oxígeno⁵, sólidos suspendidos totales, metales pesados y cianuros y grasas y aceites, es la media aritmética.

Reuso en servicios al público con contacto directo: Es el que se destina a actividades donde el público usuario esté expuesto directamente o en contacto físico. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana se consideran los siguientes reusos: llenado de lagos y canales artificiales recreativos con paseos en lancha, remo, canotaje y esquí; fuentes de ornato, lavado de vehículos, riego de parques y jardines.

Reuso en servicios al público con contacto indirecto u ocasional: Es el que se destina a actividades donde el público en general esté expuesto indirectamente o en contacto físico incidental y que su acceso es restringido, ya sea por barreras físicas o personal de vigilancia. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana se consideran los siguientes reusos: riego de jardines y camellones en autopistas, camellones en avenidas, fuentes de ornato, campos de golf, abastecimiento de hidrantes de sistemas contra incendio, lagos artificiales no recreativos, barreras hidráulicas de seguridad y panteones.

Especificaciones

Los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas son los establecidos en la Tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana.

TABLA 1

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES

TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO5 mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	1	15	20	20
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	5	15	30	30

La materia flotante debe estar ausente en el agua residual tratada, de acuerdo al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006, referida en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

El agua residual tratada reusada en servicios al público, no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles establecidos en la columna que corresponde a embalses naturales y artificiales con uso en riego agrícola de la Tabla 3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, referida en el punto 2 de esta Norma.

Las entidades públicas responsables del tratamiento de las aguas residuales que reusen en servicios al público, tienen la obligación de realizar el monitoreo de las aguas tratadas en los términos de la presente Norma Oficial Mexicana y de conservar al menos durante los últimos tres años los registros de la información resultante del muestreo y análisis, al momento en que la información sea requerida por la autoridad competente.

Muestreo

Los responsables del tratamiento y reuso de las aguas residuales tratadas, tienen la obligación de realizar los muestreos como se establece en la Norma Mexicana NMX-AA-003, referida en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana. La periodicidad y número de muestras será:

Para los coliformes fecales, materia flotante, demanda bioquímica de oxígeno⁵, sólidos suspendidos totales y grasa y aceites, al menos 4 (cuatro) muestras simples tomadas en días representativos mensualmente.

Para los huevos de helminto, al menos 2 (dos) muestras compuestas tomadas en días representativos mensualmente.

Para los metales pesados y cianuros, al menos 2 (dos) muestras simples tomadas en días representativos anualmente.

Métodos de prueba

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, se deben aplicar los métodos de prueba indicados en las normas mexicanas a que se refiere el punto 2 de esta Norma. Para coliformes fecales, el responsable

del tratamiento y reuso del agua residual, podrá realizar los análisis de laboratorio de acuerdo con la NMX-AA-102-1987, siempre y cuando demuestre a la autoridad competente que los resultados de las pruebas guardan una estrecha correlación o son equivalentes a los obtenidos mediante el método de tubos múltiples que se establece en la NMX-AA-42-1987. El responsable del tratamiento y reuso del agua residual, puede solicitar a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, la aprobación de métodos de prueba alternos. En caso de aprobarse, éstos pueden ser aplicados por otros responsables en situaciones similares. Para la determinación de huevos de helminto se deben aplicar las técnicas de análisis que se señalan en el anexo 1 de esta Norma.

Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración

No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma Oficial Mexicana se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente; tampoco existen normas mexicanas que hayan servido de base para su elaboración.

Observancia de esta Norma

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través de la Comisión Nacional del Agua, y a

la Secretaría de Salud, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Salud y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**. Las plantas de tratamiento de aguas residuales referidas en esta Norma que antes de su entrada en vigor ya estuvieran en servicio y que no cumplan con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en ella, tendrán un plazo de un año para cumplir con los lineamientos establecidos en la presente Norma.

México, Distrito Federal, a los diecisiete días del mes de julio de mil novecientos noventa y ocho.- La Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, **Julia Carabias Lillo**.-
Rúbrica.

ANEXO 1

TECNICA PARA LA DETERMINACION Y CUANTIFICACION DE HUEVOS DE HELMINTO

Objetivo

Determinar y cuantificar huevos de helminto en lodos, afluentes y efluentes tratados.

Campo de aplicación

Es aplicable para la cuantificación de huevos de helminto en muestras de lodos, afluentes y efluentes de plantas de tratamiento.

Utiliza la combinación de los principios del método difásico y del método de flotación, obteniendo un rendimiento de un 90%, a partir de muestras artificiales contaminadas con huevos de helminto de ascaris.

Equipo

Centrífuga: con intervalos de operación de 1,000 a 2,500 revoluciones por minuto

Periodos de operación de 1 a 3 minutos

Temperatura de operación 20 a 28 °C

Bomba de vacío: adaptada para control de velocidad de succión 1/3 hp

Microscopio óptico: con iluminación Köheler

Aumentos de 10 a 100X; platina móvil; sistema de microfotografía

Agitador de tubos: automático, adaptable con control de velocidad

Parrilla eléctrica: con agitación

Hidrómetro: con intervalo de medición de 1.1 a 1.4 g/cm³

Temperatura de operación: 0 a 4°C

Reactivos

- Sulfato de zinc heptahidratado
- Acido sulfúrico
- Eter etílico
- Etanol

- Agua destilada
- Formaldehído

Solución de sulfato de zinc, gravedad específica de 1.3

- Fórmula
- Sulfato de zinc 800 g
- Agua destilada 1,000 ml

PREPARACION

Disolver 800 g de sulfato de zinc en 1,000 ml de agua destilada y agitar en la parrilla eléctrica hasta homogeneizar, medir la densidad con hidrómetro. Para lograr la densidad deseada agregar reactivo o agua, según sea el caso.

Solución de alcohol-ácido

- Fórmula
- Acido sulfúrico 0.1 N 650 ml
- Etanol 350 ml

PREPARACION

Homogeneizar 650 ml del ácido sulfúrico al 0.1 N, con 350 ml del etanol para obtener un litro de la solución alcohol-ácida. Almacenarla en recipiente hermético.

Material

- Garrafones de 8 litros
- Tamiz de 160 mm (micras) de poro
- Probetas graduadas (1 litro y 50 ml)
- Gradillas para tubos de centrifuga de 50 ml
- Pipetas de 10 ml de plástico
- Aplicadores de madera
- Recipientes de plástico de 2 litros
- Guantes de plástico
- Vasos de precipitado de 1 litro
- Bulbo de goma
- Magneto
- Cámara de conteo Doncaster
- Celda Sedgwich-Rafter

Condiciones de la muestra

- 1 Se transportarán al laboratorio en hieleras con bolsas refrigerantes o bolsas de hielo.
- 2 Los tiempos de conservación en refrigeración y transporte deben reducirse al mínimo.
- 3 Si no es posible refrigerar la muestra líquida, debe fijarse con 10 ml de formaldehído al 4% o procesarse dentro de las 48 horas de su toma.
- 4 Una muestra sólida debe refrigerarse y procesarse en el menor tiempo posible.

Precauciones

- 1 Durante el procesado de la muestra, el analista debe utilizar guantes de plástico para evitar riesgo de infección.
- 2 Lavar y desinfectar el área de trabajo, así como el material utilizado por el analista.

Procedimiento

- 1 Muestreo
 - a) Preparar recipientes de 8 litros, desinfectándolos con cloro, enjuagándolos con agua potable a chorro y con agua destilada.
 - b) Tomar 5 litros de la muestra (ya sea del afluente o efluente).
 - c) En el caso de que la muestra se trate de lodo, preparar en las mismas condiciones recipientes de plástico de 1 litro con boca ancha.
 - d) Tomar X gramos de materia fresca (húmeda) que corresponda a 10 g de materia seca.
- 2 Concentrado y centrifugado de la muestra
 - a) La muestra se deja sedimentar durante 3 horas o toda la noche.
 - b) El sobrenadante se aspira por vacío sin agitar el sedimento.
 - c) Filtrar el sedimento sobre un tamiz de 160 mm (micras), enjuagando también el recipiente donde se encontraba originalmente la muestra y lavar enseguida con 5 litros de agua (potable o destilada).
 - d) Recibir el filtrado en los mismos recipientes de 8 litros.
 - e) En caso de tratarse de lodos, la muestra se filtrará y enjuagará en las mismas condiciones iniciando a partir del inciso c.

- f) Dejar sedimentar durante 3 horas o toda la noche.
- g) Aspirar el sobrenadante al máximo y depositar el sedimento en una botella de centrifuga de 250 ml, incluyendo de 2 a 3 enjuagues del recipiente de 8 litros.
- h) Centrifugar a 400 g por 3 minutos (1,400-2,000 rpm por 3 minutos, según la centrifuga).
- i) Decantar el sobrenadante por vacío (asegurarse de que exista la pastilla) y resuspender la pastilla en 150 ml de ZnSO₄ con una densidad de 1.3.
- j) Homogeneizar la pastilla con el agitador automático, o aplicador de madera.
- k) Centrifugar a 400 g por 3 minutos (1,400-2,000 rpm por 3 minutos).
- l) Recuperar el sobrenadante vertiéndolo en un frasco de 2 litros y diluir cuando menos en un litro de agua destilada.
- m) Dejar sedimentar 3 horas o toda la noche.
- n) Aspirar al máximo el sobrenadante por vacío y resuspender el sedimento agitando, vertir el líquido resultante en 2 tubos de centrifuga de 50 ml y lavar de 2 a 3 veces con agua destilada el recipiente de 2 litros.
- o) Centrifugar a 480 g por 3 minutos (2,000-2,500 rpm por 3 minutos, según la centrifuga).
- p) Reagrupar las pastillas en un tubo de 50 ml y centrifugar a 480 g por minutos (2,000-2,500 rpm por 3 minutos).
- q) Resuspender la pastilla en 15 ml de solución de alcohol-ácido (H₂SO₄ 0.1 N) + C₂H₅OH a 33-35% y adicionar 10 ml de éter etílico.
- r) Agitar suavemente y abrir de vez en cuando los tubos para dejar escapar el gas (considerar que el éter es sumamente inflamable y tóxico).

- s)** Centrifugar a 660 g por 3 minutos (2,500-3,000 rpm por 3 minutos, según la centrífuga).
 - t)** Aspirar al máximo el sobrenadante para dejar menos de 1 ml de líquido, homogeneizar la pastilla y proceder a cuantificar.
- 3** Identificación y cuantificación de la muestra
- a)** Distribuir todo el sedimento en una celda de Sedgwich-Rafter o bien en una cámara de conteo de Doncaster.
 - b)** Realizar un barrido total al microscopio.