

INFORME MENSUAL

**PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE
AMPARO NÚMERO 109/2016-V**

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

**“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA
AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”**



Enero, 2022

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
I. ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN	3
1. INSTALACIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE ESPECIES NATIVAS	3
2. PLANTA EXISTENTE EN LOS VIVEROS	15
II. ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN	9
1. RESIDUOS	15
2. MANEJO DE AGUAS RESIDUALES	24
5. ACTIVIDADES DE CONCIENTIZACIÓN DEL PERSONAL	28

ANEXOS

ANEXO 01. COMUNICADO DEL JUEZ DEL 17 DE ENERO DE 2022 EN RELACIÓN A LA APROBACIÓN DEL PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN (JUICIO-AMPARO-109-2016-V-0001)

ANEXO 02. MANUAL DE OPERACIÓN PARA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, UBICADA EN LA CASETA LA HORTALIZA, TOLUCA, OPASA

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

INTRODUCCIÓN

En relación al Juicio de Amparo número 109/2016-V del proyecto **Tercera Etapa (Tramo Monumento-Lengua de Vaca) del Proyecto “Concesión para la construcción, explotación, operación, conservación y mantenimiento de la autopista Toluca-Zitácuaro y ramal a Valle de Bravo”** se solicitó a SAASCAEM-ACOMEX elaborar un Programa de Medidas de Mitigación Adicionales a las ya aplicadas en el proyecto en el área del trazo del mismo así como en sus zonas aledañas con base en las opiniones que efectuaron la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)¹ y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).²

En la reunión que se efectuó el 6 de enero a indicación del Juez que lleva el Juicio de Amparo en donde estuvo presente personal de la SEMARNAT, de la CONABIO, CONAFOR y del Municipio de Villa de Allende se aprobó el programa. En esta reunión se acordó lo siguiente:

1. Llevar al Juez el acuerdo de que el Programa cumple apropiadamente con lo indicado en el Juicio de Amparo.
2. Solicitar al Juez que los informes fueran trimestrales pues el argumento que se indicó fue que en un mes los avances serían mínimos y se podrían ver de mejor forma los resultados y compararlos con los tiempos del programa.

En el **Anexo 01** se presenta el Comunicado del Juez del 17 de enero de 2022 en relación a la aprobación del Programa de Medidas de Mitigación (Juicio-Amparo-109-2016-V-0001).

Como parte del cumplimiento de la aplicación del Programa, a continuación se presenta el primer informe mensual correspondiente a las actividades desarrolladas en Enero de 2022.

¹ CONABIO, 2021. **Opinión Técnica de las Medidas o Acciones que se Pudieran Realizar a fin de Sufragar el Impacto Ambiental Ocasionado por el Proyecto Denominado Tercera Etapa (Tramo Monumento-Lengua de Vaca) del Proyecto “Concesión para la construcción, explotación, operación, conservación y mantenimiento de la autopista Toluca-Zitácuaro y ramal a Valle de Bravo”**, Anexo 1 al Oficio emitido por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) de fecha 20 de Septiembre de 2021 con No. de Oficio CN/060/2021, Oficio relacionado con el Juicio de Amparo No. 109/2016-V.

² CONAFOR, 2021. **Propuesta Técnica que Incluye Medidas de Compensación Ambiental para el Proyecto Tercera Etapa (Tramo Monumento-Lengua de Vaca) del Proyecto “Concesión para la construcción, explotación, operación, conservación y mantenimiento de la autopista Toluca-Zitácuaro y ramal a Valle de Bravo”**, Oficio No. 8592 emitido por la Comisión Nacional Forestal (CONFOR) de fecha 06 de Septiembre de 2021, Oficio relacionado con el Juicio de Amparo No. 109/2016-V.

I. ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN

1. Instalaciones para la Producción de Especies Nativas

Actualmente se tienen cuatro instalaciones para la producción de planta en el derecho de vía de la Autopista Toluca-Zitácuaro. Estas instalaciones son las siguientes (**Figura I.1**):

Instalación 1 (Vivero La Hortaliza). Ubicado en el Entronque la Hortaliza este vivero ha sido empleado para la producción de planta en las campañas que ha efectuado COCONAL para compensar los impactos ambientales del desarrollo carretero. Tiene dos áreas: la primera es un Vivero y la segunda una zona de malla sombra de monofilamento que detiene en un 50% la luz solar. La superficie aproximada es de 10 m² aproximadamente. Se tienen individuos de las especies de *Pinus hartewii* y *Quercus rugosa*. Aunque existen en este vivero Jacarandas (*Jacaranda mimosifolia*) al no ser una especie nativa no fue considerada para la aplicación del presente Programa (**Figura I.2**).

Instalación 2 (Vivero Conexo B). Área para producción de plantas el cual fue utilizado para la producción de *Pinus hartwegii*. Esta instalación es un área de malla sombra tipo Rashel que impide el paso de la luz en un 90 % y tiene una superficie aproximada de 100 m². Actualmente no se tienen plantas en el sitio (**Figura I.3**).

Instalación 3 (Vivero Entronque Amanalco). Área que se emplea para la maduración de las plantas el cual posee una malla sombra tipo Rashel que deja pasar el 50% de la luz solar. Esta área tiene una superficie de 82 m² en la cual se encuentran individuos de *Pinus hartewii* y *Quercus rugosa*. Existen también en este vivero Jacarandas (*Jacaranda mimosifolia*) las cuales no son consideradas para la aplicación del presente Programa pues no son especies nativas (**Figura I.4**).

Instalación 4 (Vivero Caseta Valle de Bravo). Área de producción y maderación de plantas que se empleó para la reforestación de la 3ª Etapa y que cuenta con invernadero, vivero y áreas de malla sombra de tipo monofilamento. El invernadero tiene una superficie de 80 m² y el conjunto de instalaciones incluido el invernadero tiene una superficie aproximada de 500 m² (**Figura I.5**). Este vivero se rehabilitaría para poder producir plantas nativas recuperando la función que tuvo durante la construcción del proyecto de la Tercera Etapa.

En las **Fotos I.1 a I.10** se presentan cada una de las áreas antes señaladas.

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

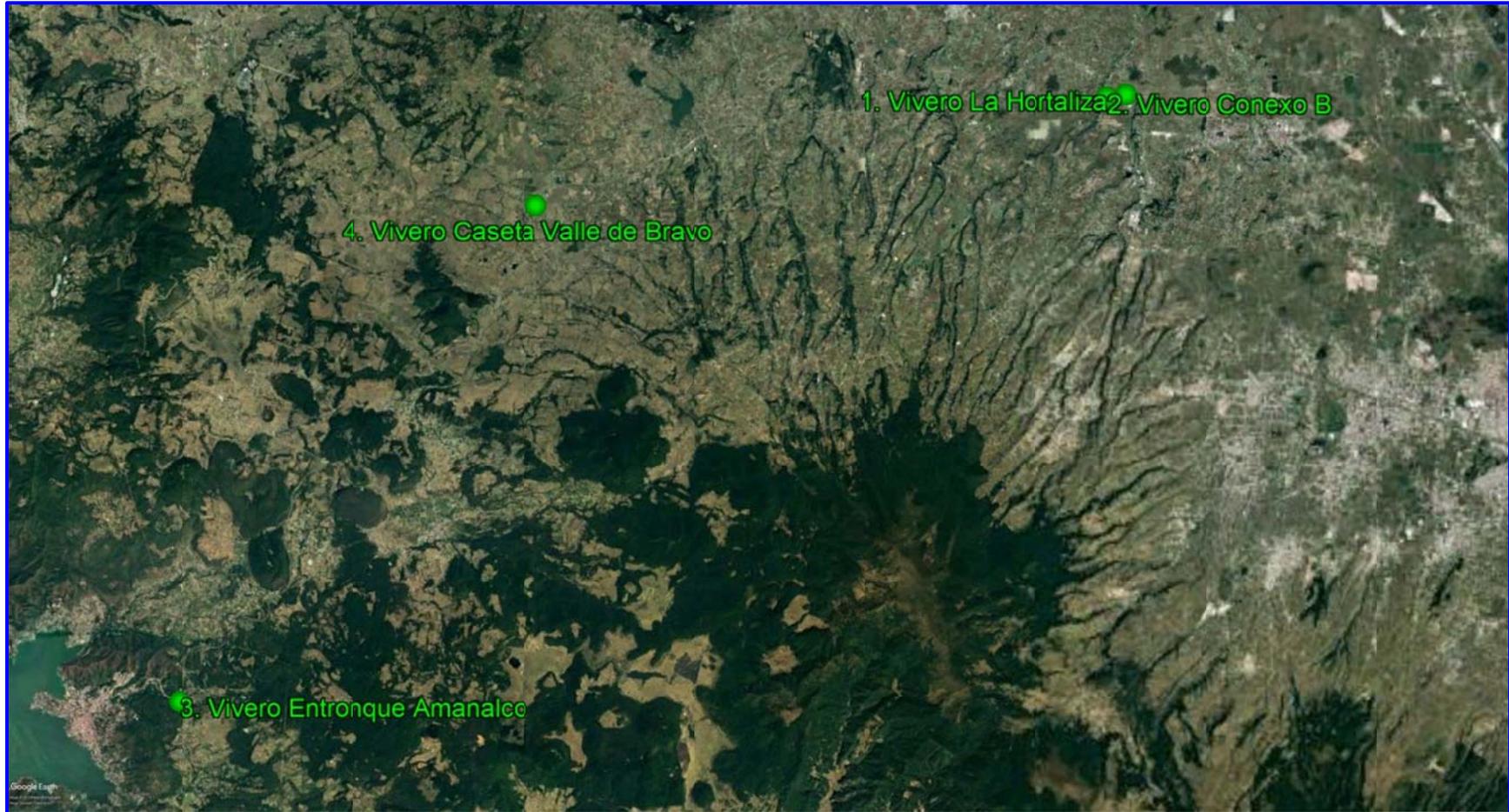


Figura I.1.1. Ubicación de los viveros que se utilizarán en la aplicación del Programa de Medidas de Mitigación relacionadas con el Juicio de Amparo Número 109/2016-V

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Figura I.1.2. Ubicación del Vivero La Hortaliza

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

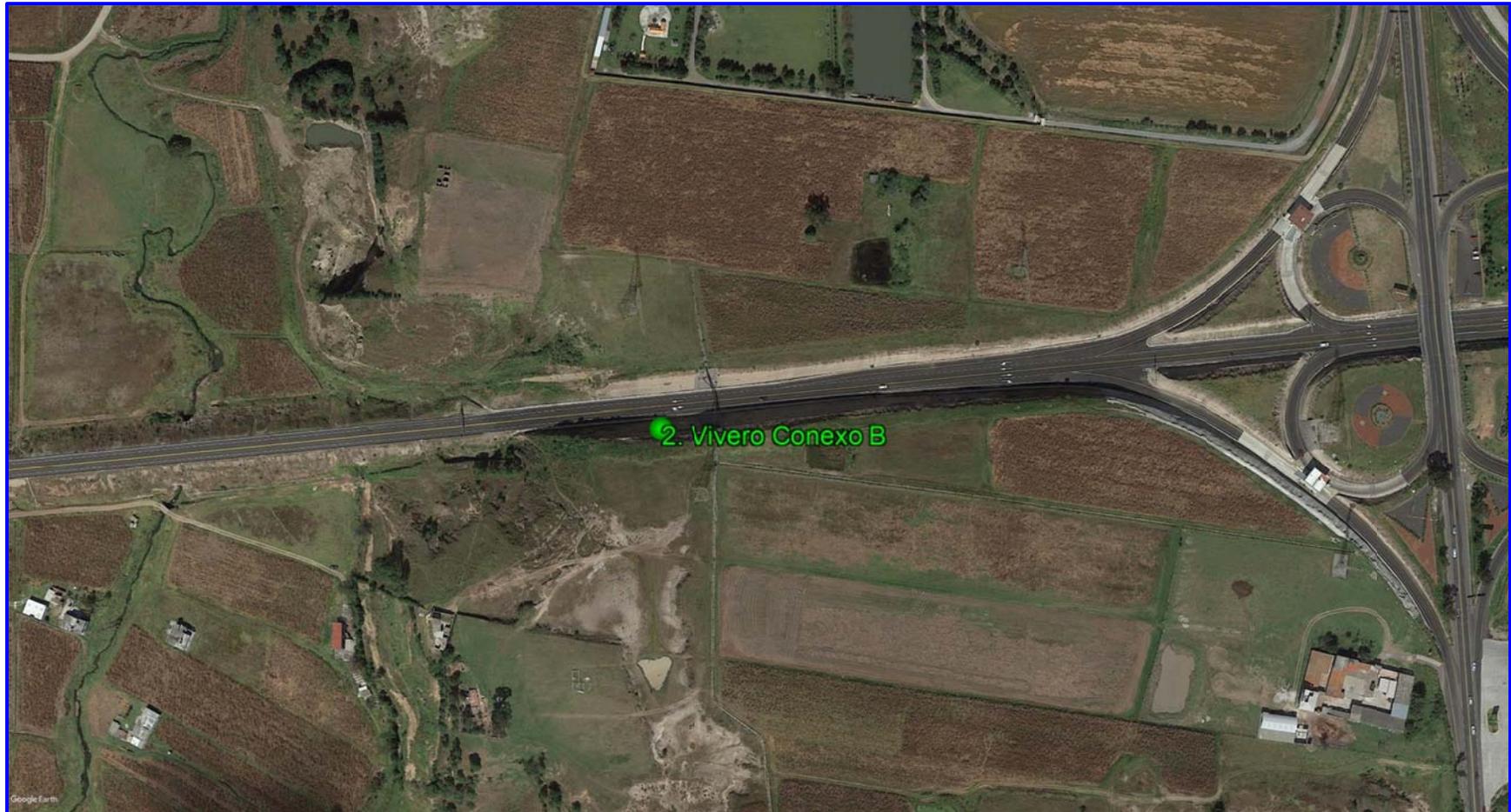


Figura I.1.3. Ubicación del Vivero Conexo B

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

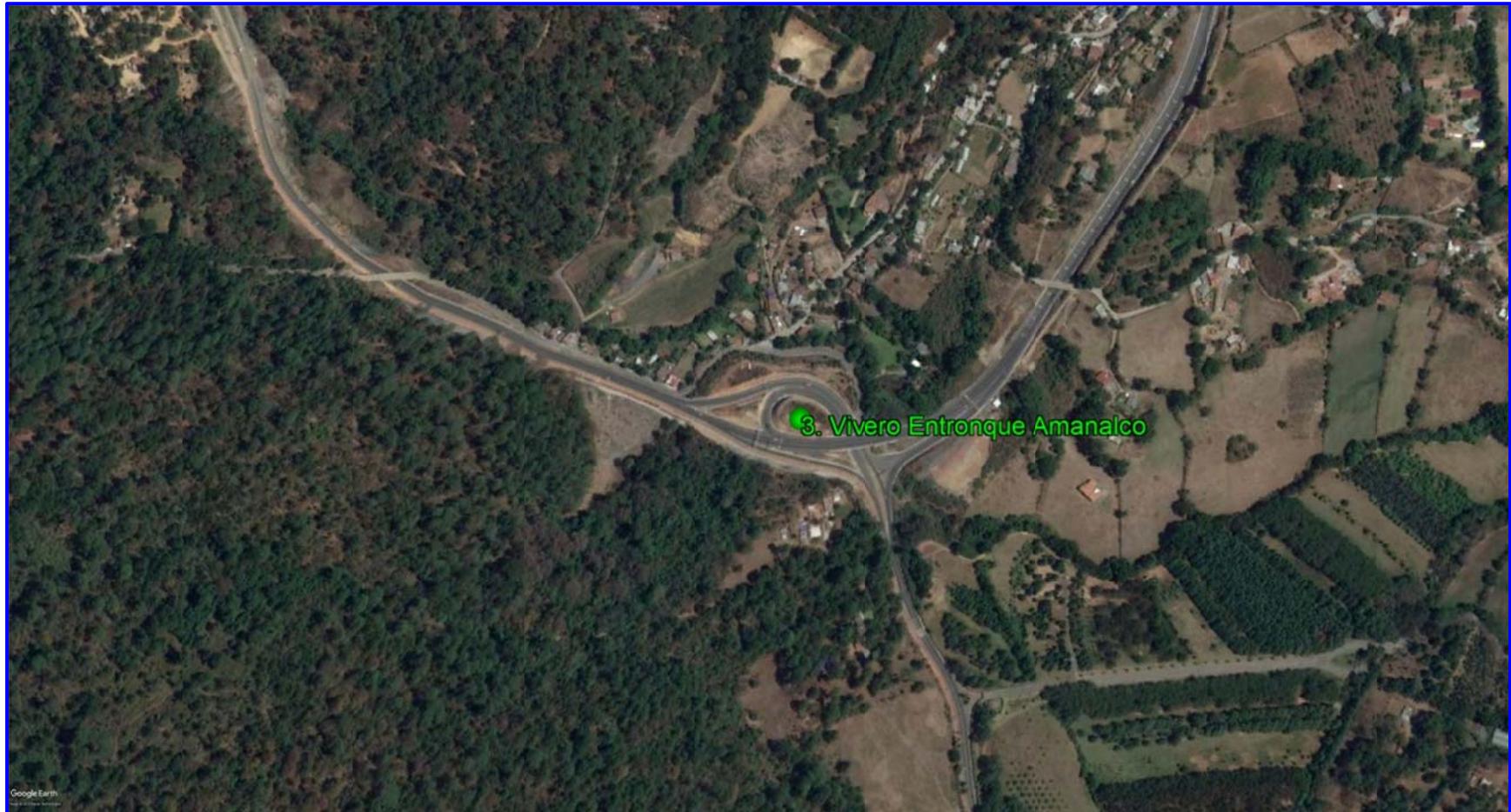


Figura I.1.4. Ubicación del Vivero Entronque Amanalco

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Figura I.1.5. Ubicación del Vivero Caseta Valle de Bravo

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto I.1. Aspecto del Vivero La Hortaliza



Foto I.2. Vista Interior del Vivero La Hortaliza

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto I.3. Se observa el área de malla sombra en el Vivero La Hortaliza



Foto I.4. Individuos de *Pinus harwegii* dentro del área de malla sombra en el Vivero La Hortaliza

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto I.5. Aspecto exterior del Vivero denominado Conexo B



Foto I.5. Acercamiento al aspecto exterior del Vivero Conexo B

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto I.6. Aspecto interior del Vivero Conexo B



Foto I.7. Vivero Entronque Amanalco

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto I.8. Aspecto interno del Vivero del Entronque Amanalco



Foto I.9. Vista del vivero ubicado a un lado de la Caseta de Valle de Bravo

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto I.10. Otra vista del vivero de la Caseta Valle de Bravo



Foto I.11. En esta toma se observa el Vivero y la Caseta a Valle de Bravo

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

2. Planta existente en los viveros

El número de plantas de las cuales se partiría para la ejecución del programa de reforestación se indica en la siguiente tabla:

Tabla I.2.1. Número de plantas existentes en los viveros

	Especie	Nombre común	Número	Altura (cm)
Vivero Hortaliza	<i>Pinus hartwegii</i>	Pino negro	1,503	50
	<i>Pinus hartwegii</i>	Pino negro	1,189	100
	<i>Quercus rugosa</i>	Encino negro	559	50
	Total		3,251	
Vivero Entronque Amanalco	<i>Pinus hartwegii</i>	Pino negro	52	150
	<i>Pinus hartwegii</i>	Pino negro	101	75
	<i>Quercus rugosa</i>	Encino negro	203	50
	Total		356	
	Gran Total		3,607	

Para esta primera etapa se tendrían consideradas 3,607 individuos de Pinos y Encinos para cumplir con lo indicado en el **Programa de Medidas de Mitigación relacionadas con el Juicio de Amparo Número 109/2016-V**.

A continuación se presentan fotografías de las especies



Fotos 1.2.1 y 1.2.2. *Pinus Hartwegii*

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Fotos 1.2.3 y 1.2.4. *Quercus rugosa*

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

II. ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN

Dentro de las actividades de conservación se incluyeron el manejo de los residuos, así como de las aguas residuales. Adicional a lo anterior también se incluyen las actividades de concientización del personal que labora en la autopista.

1. Residuos

De manera general la generación de residuos en el mes de enero de 2022 fue la siguiente:

Tipo de residuo	Enero de 2022		
	RG	VRR	EMR
Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	2,600	889.2	34.2
Residuos de Manejo Especial (RME)	650.56	650.56	100
Residuos Peligrosos Sólidos (RP'S S)	25.6	25.6	100
Residuos Peligrosos Líquidos (RP'S L)	40.37	40.37	100

Dónde:

RG= Residuos Totales Generados

VRR= Valor de reciclaje y reutilización

EMR= Eficiencia en el manejo de los residuos

A continuación se describe el manejo de cada uno de los residuos.

Los residuos sólidos urbanos que fueron reciclados se indican en la siguiente tabla:

Tipo de RSU reciclados	Cantidad (Kg)
Papel	120.7
Pet	270.3
Vidrio	244.58
Cartón	157.4
Alumino	45.7
Orgánico	50.5
Total de residuos reciclados	889.18
% de residuos reciclados (VRR)	34.2%

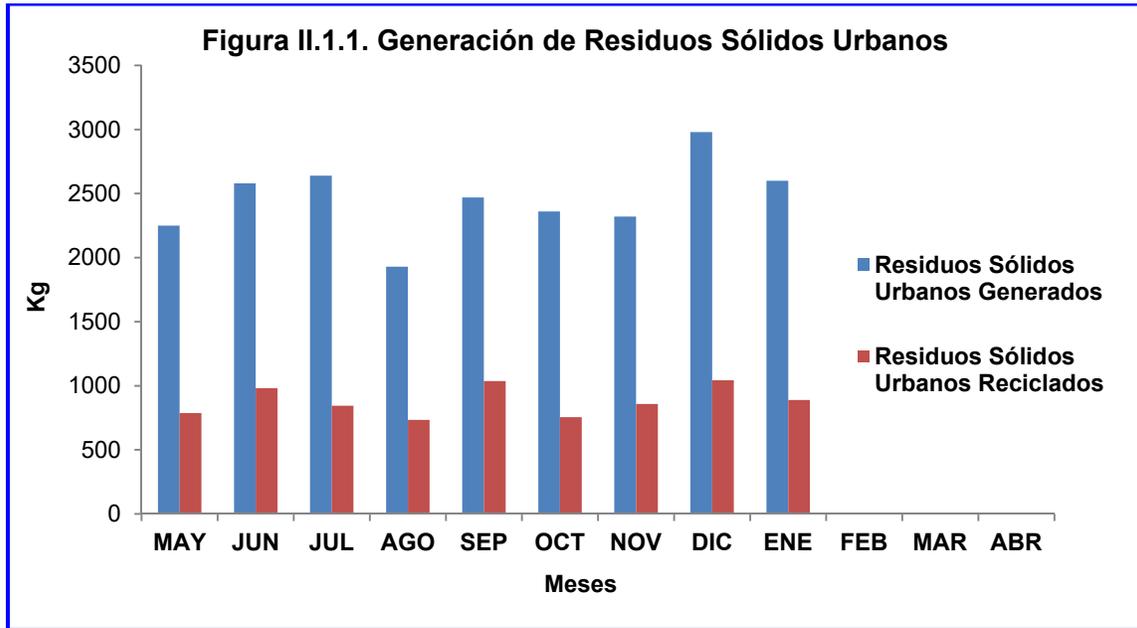
INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

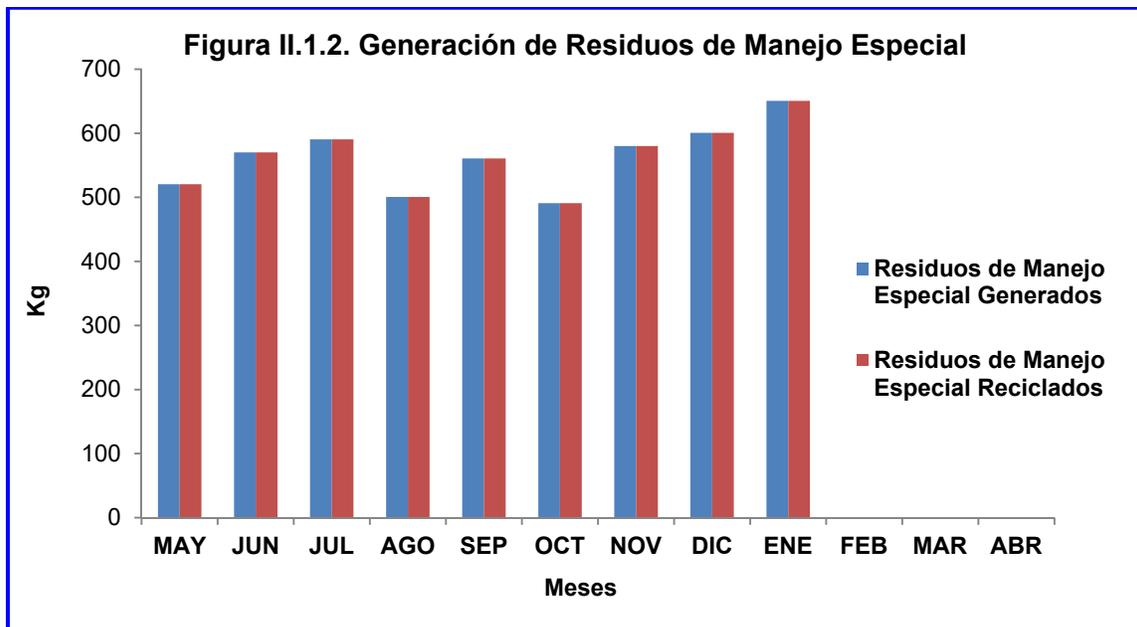
TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

En la **Figura II.1** se incluye la generación de residuos sólidos urbanos en los últimos 9 meses incluyendo los generados para el mes de enero de 2022.



Por su parte en la **Figura II.2** se incluye la generación de los residuos de manejo especial en el mismo periodo de los RSU.



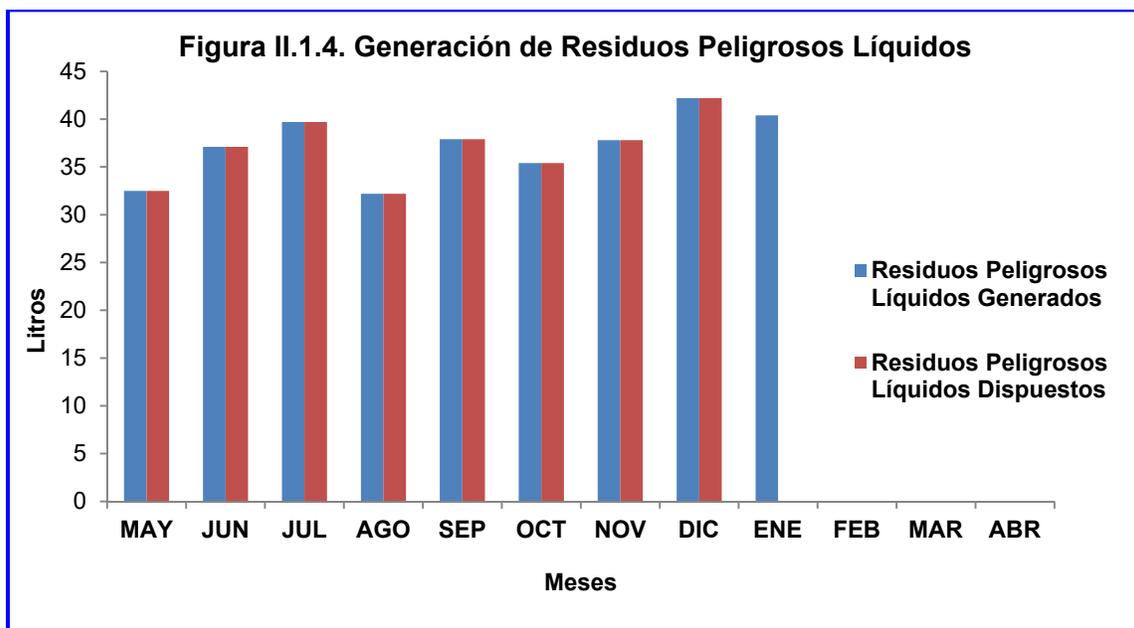
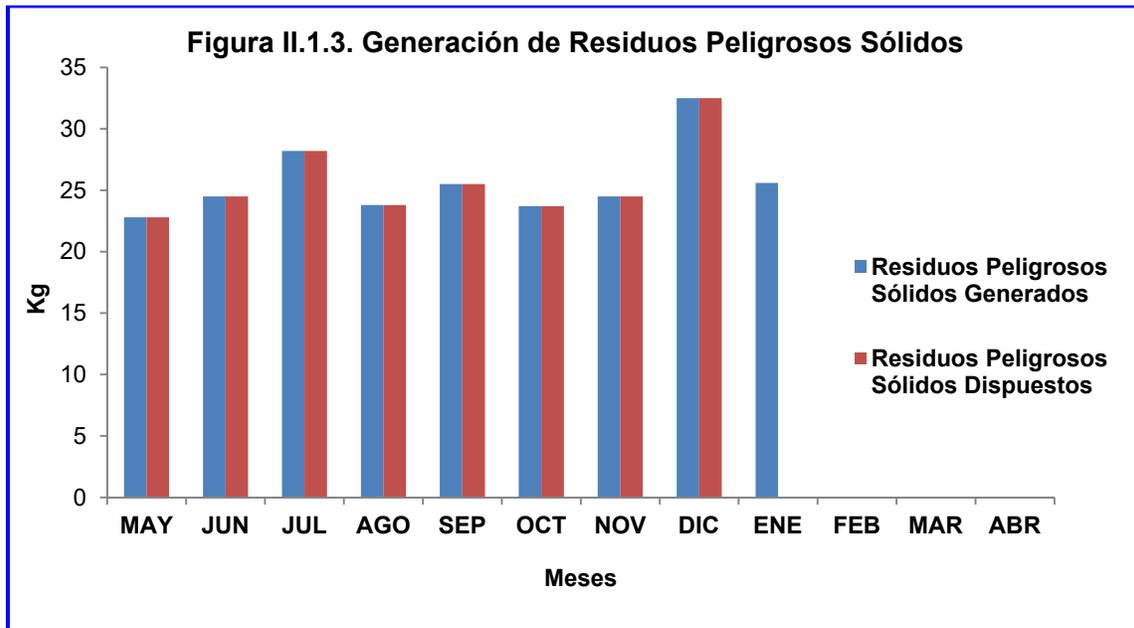
INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

Asimismo se presenta la generación y disposición de los residuos peligrosos sólidos y líquidos (Figura II.1.3 y II.1.4):



A continuación se presentan fotografías del manejo de los residuos:

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto II.1.1. Tambos con rótulos del tipo de residuo que se debe disponer colocados en el área de casetas en las zonas de acceso a los usuarios



Foto II.1.2. Recolección de residuos en la autopista

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto II.1.3. Otra toma de la recolección de residuos en la autopista



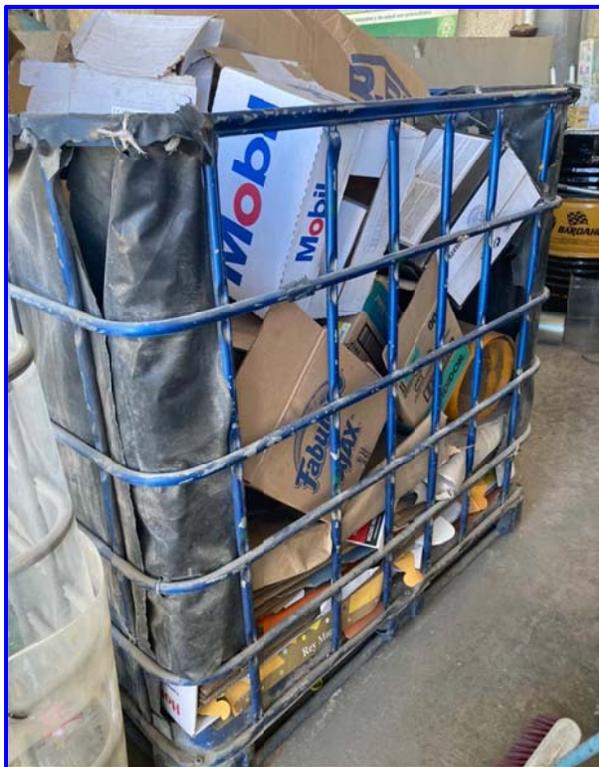
Foto II.1.4. Trabajador caminando el tramo de la autopista para recoger residuos en este caso de manejo especial

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Fotos II.1.5 y II.1.6. Contenedores para acopio de residuos sólidos urbanos a reciclar



Foto II.1.7. Almacén Temporal de Residuos de Manejo Especial

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto II.1.8. Zona en donde se almacena la padacería de llantas recolectadas en la autopista



Foto II.1.9. Otra toma de la zona en donde se almacena la padacería de llantas recolectadas en la autopista

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

2. Manejo de Aguas Residuales

Para el manejo de las aguas residuales de la Autopista se tiene considerada una planta de tratamiento con las siguientes características:

PTAR Caseta La Hortaliza		
Capacidad Instalada	Gasto Actual Promedio	Eficiencia de Remoción DBO
3 m ³ /día	1.8 m ³ /día	93%

En el **Anexo 02** se presenta el “Manual de Operación para Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, ubicada en la Caseta la Hortaliza, Toluca, OPASA”.

A continuación se presentan fotografías de la planta de tratamiento:



Foto II.2.1. Aspecto de la Planta de Tratamiento ubicada en la Caseta La Hortaliza

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto II.2.2. Medición de parámetros en la Planta de Tratamiento



Foto II.2.3. Monitoreo de los parámetros en la Planta de Tratamiento

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto II.2.4. Muestra tomada de la Planta de Tratamiento

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

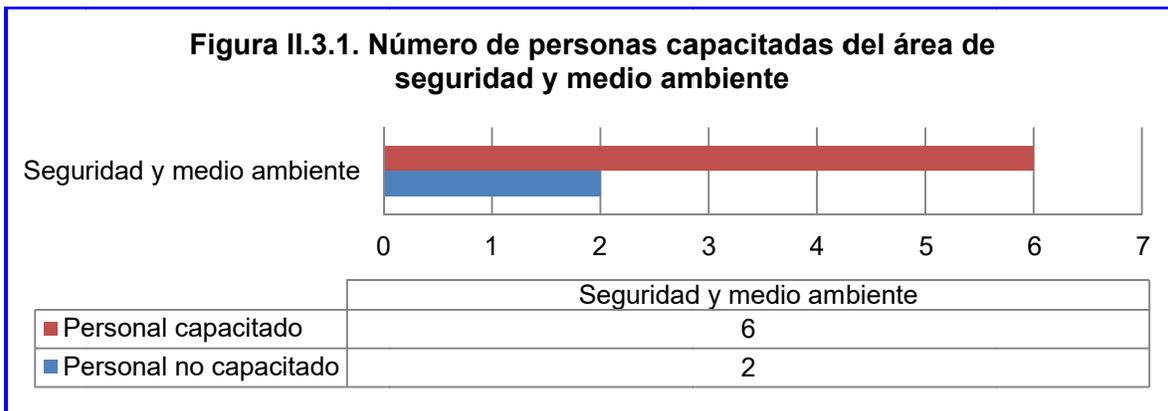
“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto II.2.5. Capacitación del personal para el funcionamiento y monitoreo de la Planta de Tratamiento

3. Actividades de concientización del personal

Como una de las actividades recurrentes en las actividades desarrolladas en la Autopista Toluca-Zitácuaro se encuentra la capacitación del personal del área de seguridad y medio ambiente. En la **Figura II.3.1** se incluye el número de personal capacitado y no capacitado para el mes de enero.



Adicional a lo anterior se ha dado capacitación al personal de operación, administración y mantenimiento. En las siguientes fotografías se muestra la capacitación del personal.



Foto II.3.1. Capacitación del personal de Mantenimiento

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto II.3.2. Capacitación del personal Operativo



Foto II.3.3. Otra plática de capacitación del personal Operativo

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”



Foto II.3.4. Capacitación del personal Administrativo

Independientemente del área en donde se imparta la capacitación uno de los aspectos que se remarcan son los que tienen que ver con los aspectos ambientales del proyecto.

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

Anexo 01

**COMUNICADO DEL JUEZ DEL 17 DE ENERO DE 2022 EN
RELACIÓN A LA APROBACIÓN DEL PROGRAMA DE MEDIDAS
DE MITIGACIÓN (JUICIO-AMPARO-109-2016-V-0001)**



Juicio de Amparo 109/2016-V

PODER JUDICIAL DE LA FEDERACIÓN

No Oficio	Autoridad
950/2022	COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (AUTORIDAD VINCULADA AL CUMPLIMIENTO)
951/2022	PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE (AUTORIDAD RESPONSABLE)
952/2022	COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y EL USO DE BIODIVERSIDAD (CONABIO) (AUTORIDAD VINCULADA AL CUMPLIMIENTO)
953/2022	SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (AUTORIDAD RESPONSABLE)
954/2022	SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (AUTORIDAD RESPONSABLE)
955/2022	SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES DEL ESTADO DE MÉXICO. (AUTORIDAD RESPONSABLE)
956/2022	SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO. (AUTORIDAD RESPONSABLE)
957/2022	SECRETARÍA DE MOVILIDAD DEL ESTADO DE MÉXICO. (AUTORIDAD RESPONSABLE)
958/2022	AYUNTAMIENTO DE VILLA DE ALLENDE, ESTADO DE MÉXICO. (AUTORIDAD RESPONSABLE)
	<u>Vía correo electrónico</u>
959/2022	DIRECCIÓN GENERAL DE IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL DE LA SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (AUTORIDAD RESPONSABLE)

GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO
SECRETARÍA DE MOVILIDAD
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS
CONEXOS Y AUXILIARES DEL ESTADO DE MÉXICO

01 FEB 2022
16:11

UNIDAD JURÍDICA DE
IGUALDAD DE GÉNERO
RECIBIDO

En los autos del Juicio de Amparo 109/2016-V, promovido por Juan Mendiola García, Jaime de la O Mondragon, Agustín Vilchis Celestino, Eliseo Torres Recillas y Maurilio Piña Pliego, se dictó el siguiente acuerdo que a la letra dice:

"Toluca, México, a diecisiete de enero de dos mil veintidós.

Vista la certificación que antecede y el oficio de cuenta, mediante el cual la apoderada legal del Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios Conexos y Auxiliares del Estado de México comunica que el seis de enero del año en curso se llevó a cabo la reunión virtual propuesta, en la que se analizó y revisó la viabilidad e implementación del "Programa de Medidas de Mitigación Número 109/2016-V, Tercera etapa (Tramo Monumento-Lengua de Vaca) del Proyecto de Concesión para la Construcción, Explotación, Operación, Conservación y Mantenimiento de la Autopista Toluca-Zitácuaro y ramal a Valle de Bravo", en que participaron las autoridades responsables y aquellas vinculadas al cumplimiento de la sentencia protectora; y, como resultado de dicha reunión, se aprobó el programa de las medidas de mitigación del impacto ambiental ocasionado por el proyecto referido. Asimismo, la responsable adjunta copia del escrito, enviado vía correo electrónico, por el que comunicó lo anterior a este órgano jurisdiccional, así como de la captura de pantalla de la que se observa su envío por dicho medio electrónico.

Consecuentemente, con apoyo en el artículo 3° de la Ley de Amparo, intégrese al expediente electrónico y físico la misiva en comentario, por lo que, se tienen por cumplidos los requerimientos de veintiuno de diciembre de dos mil veintiuno y doce de este mes.

Ahora, atento a las manifestaciones de la autoridad oficiante, se requiere al Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios Conexos y Auxiliares del Estado de México, y a la tercera interesada Autovías Concesionadas Mexiquenses, sociedad anónima de capital variable, para que, en su caso, en coordinación con las diversas autoridades responsables y aquellas vinculadas al cumplimiento del fallo protector, IMPLEMENTEN LA PRIMERA ETAPA del "Programa de Medidas de Mitigación Número 109/2016-V, Tercera etapa (Tramo

GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO
SECRETARÍA DE MOVILIDAD
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS
CONEXOS Y AUXILIARES DEL ESTADO DE MÉXICO

01 FEB 2022

1359

DIRECCIÓN GENERAL
RECIBIDO



vt5s5kW1S9Qe2zj7x9x1LtwHLZR/7PGRpXbvcpCDT4I=

Monumento-Lengua de Vaca) del Proyecto de Concesión para la Construcción, Explotación, Operación, Conservación y Mantenimiento de la Autopista Toluca-Zitácuaro y ramal a Valle de Bravo”, lo cual deberá comunicar el Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios Conexos y Auxiliares del Estado de México y, en su caso, la tercera interesada Autovías Concesionadas Mexiquenses, sociedad anónima de capital variable, en el plazo de tres días contado a partir del siguiente al en que se encuentren debidamente notificadas de la presente determinación; asimismo, deberán remitir las constancias con las cuales lo acredite.

Asimismo, se requiere a la Procuradora Federal de Protección al Ambiente para que despliegue sus facultades de inspección, verificación y/o evaluación respecto al cumplimiento, en sus términos, del “Programa de Medidas de Mitigación Número 109/2016-V, Tercera etapa (Tramo Monumento-Lengua de Vaca) del Proyecto de Concesión para la Construcción, Explotación, Operación, Conservación y Mantenimiento de la Autopista Toluca-Zitácuaro y ramal a Valle de Bravo” hasta su total conclusión; y, en su caso, realice una coordinación del control de la aplicación de la normatividad ambiental a fin de que se cumplimenten lo anterior y se requiera la intervención de autoridades federales, estatales y municipales.

Se apercibe a las autoridades responsables y aquellas vinculadas al cumplimiento del fallo protector, así como a la moral tercera interesada de mérito; que de no cumplir con lo anterior en los términos en que se ha hecho referencia y en el plazo concedido, **se hará efectivo el apercibimiento inserto en el auto de diez de noviembre de dos mil veinte; es decir, se dará trámite al procedimiento establecido en los párrafos segundo y tercero del citado numeral 192;** por lo que se le impondrá una **MULTA** equivalente a cien unidades de medida y actualización, en términos del diverso 258 de la Ley de Amparo; de igual forma se requerirá a su superior jerárquico para los mismos efectos que cumpla con el fallo protector; con el apercibimiento que de no dar cabal cumplimiento sin causa justificada se remitirá el expediente al Tribunal Colegiado de Circuito o a la Suprema Corte de Justicia de la Nación, según proceda, para seguir el trámite de inejecución, que pueda culminar con la separación de su puesto y su consignación.

De igual forma, **se le reitera que las penas a las que se hará acreedor en caso de incumplimiento**, serán las previstas en la fracción I, del artículo 267 de la Ley de Amparo, que es del tenor literal siguiente:

“Artículo 267. Se impondrá pena de cinco a diez años de prisión, multa de cien a mil días, en su caso destitución e inhabilitación de cinco a diez años para desempeñar otro cargo, empleo o comisión públicos a la autoridad que dolosamente:

- I. Incumpla una sentencia de amparo o no la haga cumplir;*
- II. Repita el acto reclamado;*
- III. Omita cumplir cabalmente con la resolución que establece la existencia del exceso o defecto; y*
- IV. Incumpla la resolución en el incidente que estime incumplimiento sobre declaratoria general de inconstitucionalidad.*

Las mismas penas que se señalan en este artículo serán impuestas en su caso al superior de la autoridad responsable que no haga cumplir una sentencia de amparo.”

También, se le precisa que **el cumplimiento extemporáneo e injustificado a la ejecutoria de amparo, no la exime de responsabilidad ni, a su superior jerárquico, como lo prevé el artículo 195 de la Ley de Amparo**, que a la letra dice:

“Artículo 195. El cumplimiento extemporáneo de la ejecutoria de amparo, si es injustificado, no exime de responsabilidad a la autoridad responsable ni, en su caso, a su superior jerárquico, pero se tomará en consideración como atenuante al imponer la sanción penal.”

Asimismo, se hace saber a la autoridad responsable que de no dar cumplimiento a la ejecutoria se situaría en la hipótesis prevista en el artículo 107,



PODER JUDICIAL DE LA FEDERACIÓN

AL REFERIRSE A ESTE OFICIO
MENCIONE EL JUICIO DE AMPARO
Y MESA QUE LO GIRÓ

FORMA B-1

fracción XVI, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos¹ y el diverso 192 de la Ley de Amparo, relativos a las responsabilidades en que incurren las autoridades ante la desobediencia cometida al cumplimiento de la ejecutoria de amparo; y que aun cuando dejen el cargo que actualmente ostentan, seguirán siendo responsables del desacato al fallo constitucional durante el tiempo que estuvieran al frente de él, de manera que podrá ser consignada, aunque deje de ser titular obligado.

Ahora, a fin de evitar dilaciones procesales, se comisiona al Actuario Judicial adscrito a fin de que notifique la presente determinación a la autoridades responsables mediante oficio, el cual podrá ser remitido vía electrónica; y, en el caso del oficio dirigido al Ayuntamiento de Villa de Allende, Estado de México, remítase a través del correo electrónico oficial presidencia@villadeallende.gob.mx y confirmese su recepción a los teléfonos 7262690174, 7262690003 y 7262690225, en términos del numeral 28, fracción III, de la Ley de Amparo.

Notifíquese.

Así lo proveyó y firma Eutimio Ordóñez Gutiérrez, Juez Cuarto de Distrito en Materia de Amparo y Juicios Federales en el Estado de México, quien actúa con la Secretaria Piedad Julia Vega Ayala, que autoriza y da fe. Doy fe."

Lo que transcribo a usted para su conocimiento y efectos legales procedentes.

Toluca, Estado de México, a diecisiete de enero de dos mil veintidós.

Lic. PIEDAD JULIA VEGA AYALA.
Secretaria del Juzgado Cuarto de Distrito en Materia de Amparo y Juicios Federales en el Estado de México

¹ "Artículo 107. Las controversias de que habla el artículo 103 de esta Constitución, con excepción de aquellas en materia electoral, se sujetarán a los procedimientos que determine la ley reglamentaria, de acuerdo con las bases siguientes:

(...)

XVI. Si la autoridad incumple la sentencia que concedió el amparo, pero dicho incumplimiento es justificado, la Suprema Corte de Justicia de la Nación, de acuerdo con el procedimiento previsto por la ley reglamentaria, otorgará un plazo razonable para que proceda a su cumplimiento, plazo que podrá ampliarse a solicitud de la autoridad. Cuando sea injustificado o hubiera transcurrido el plazo sin que se hubiese cumplido, procederá a separar de su cargo al titular de la autoridad responsable y a consignarlo ante el Juez de Distrito. Las mismas providencias se tomarán respecto del superior jerárquico de la autoridad responsable si hubiese incurrido en responsabilidad, así como de los titulares que, habiendo ocupado con anterioridad el cargo de la autoridad responsable, hubieran incumplido la ejecutoria.

Si concedido el amparo, se repitiera el acto reclamado, la Suprema Corte de Justicia de la Nación, de acuerdo con el procedimiento establecido por la ley reglamentaria, procederá a separar de su cargo al titular de la autoridad responsable, y dará vista al Ministerio Público Federal, salvo que no hubiera actuado dolosamente y deje sin efectos el acto repetido antes de que sea emitida la resolución de la Suprema Corte de Justicia de la Nación.

El cumplimiento sustituto de las sentencias de amparo podrá ser solicitado por el quejoso o decretado de oficio por el órgano jurisdiccional que hubiera emitido la sentencia de amparo, cuando la ejecución de la sentencia afecte a la sociedad en mayor proporción a los beneficios que pudiera obtener el quejoso o cuando por las circunstancias del caso, sea imposible o desproporcionadamente gravoso restituir la situación que imperaba antes de la violación. El incidente tendrá por efecto que la ejecutoria se dé por cumplida mediante el pago de daños y perjuicios al quejoso. Las partes en el juicio podrán acordar el cumplimiento sustituto mediante convenio sancionado ante el propio órgano jurisdiccional.

No podrá archivers juicio de amparo alguno, sin que se haya cumplido la sentencia que concedió la protección constitucional."



vt5s5kW1S9Qe2zj7x9x1LtwHLZRI7PGRpXbvcpCDT4I=

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

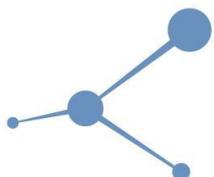
Anexo 02

**MANUAL DE OPERACIÓN PARA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES, UBICADA EN LA CASETA LA
HORTALIZA, TOLUCA, OPASA**

Manual de Operación para Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, ubicada en la Caseta la Hortaliza, Toluca, OPASA”.



MARZO 2020



ÍNDICE GENERAL

I. Manual de operación.	1
I.1. Presentación del Manual.	1
I.2. Química del agua	1
I.2.1. Potencial de hidrógeno	2
I.2.2. Temperatura.....	2
I.2.3. Sólidos de las aguas residuales.....	4
I.2.4. Materia orgánica.....	5
I.2.5. Grasas y aceites	6
I.2.6. Oxígeno disuelto.....	7
I.2.7. Otros gases disueltos	9
I.2.8. Composición biológica.....	9
I.2.9 Microorganismos Coliformes.....	9
I.2.10. Sustancias combustibles	10
I.2.11. Sustancias tóxicas.....	10
I.2.12. Tratamiento de las aguas residuales	12
I.2.13. Factores que intervienen en la operación de procesos biológicos.....	14
I.2.13.1 Factores Físicos	15
I.2.13.2 Factores Químicos	15
I.2.13.3 Factores Microbiológicos	16
I.2.14. Tipos de tratamiento de las aguas residuales.....	16
I.3. Seguridad e higiene en el laboratorio.....	19
I.3.1. Seguridad en el laboratorio.....	19
I.3.2 Seguridad General	19

I.3.3 Equipos de protección personal.....	20
I.4. Descripción general de la planta de tratamiento de aguas residuales	24
I.4.1. Tren de tratamiento de agua	24
I.4.2 Procedimiento de Arranque y Pruebas	26
I.5. Procedimiento de operación normal.....	38
I.5.1. Muestreo	38
I.5.2. Bitácoras de control de procesos	41
I.6. Mantenimiento de los equipos e instrumentos.	41
I.6.1 Mantenimiento Preventivo.	42
I.6.2 Mantenimiento Correctivo.	42
I.6.3 Mantenimiento de la Planta de Tratamiento en General y Caminos de Acceso	43
I.6.4 Operación y Mantenimiento del Equipo Eléctrico	45
I.7 Higiene y Seguridad	60
I.7.2 Medidas de Seguridad Generales	61
I.7.2 Equipo básico de protección.....	63
I.7.3 Higiene personal	63
I.7.4 Equipo de seguridad	64
I.7.5 Primeros Auxilios.....	65
Bibliografía:.....	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Molécula del agua (H ₂ O)	2
Ilustración 2 Gráfico de la relación entre la temperatura y la actividad biológica.	3
Ilustración 3 Composición de las aguas residuales domésticas	5
Ilustración 4 Estructura química de un ácido graso saturado y un ácido graso no saturado.....	7
Ilustración 5 Diagrama de tratamiento para aguas residuales	13
Ilustración 6 Diagrama de flujo de los procesos generales que se realizan en un planta de tratamiento de aguas residuales	17
Ilustración 7 Cuadro de colores e identificación de riesgo.	23
Ilustración 8 Unidad de tratamiento para aguas residuales.....	24
Ilustración 9 Posiciones para Recepción de Primeros Auxilios.....	66
Ilustración 10 Posiciones para Recepción de Primeros Auxilios.....	66
Ilustración 11 Atención a Vías Respiratorias	67
Ilustración 12 Comprobación de la Existencia de Pulso	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Generalidades sobre los diversos procesos de tratamiento.....	18
Tabla 2 Parámetros y su frecuencia de monitoreo	34
Tabla 3 Observaciones diarias en el proceso	35
Tabla 4 Frecuencia de muestreo (NOM-001-SEMARNAT-1996)	40
Tabla 5 Documentación de consulta para operador.....	47
Tabla 6 Registro de frecuencia de la realización de las actividades de operación y mantenimiento	48
Tabla 7 Indicador y posible solución	55

Glosario.

Aireación del agua: Término para definir la acción de airear, ventilar o inyectar aire al agua cuyo efecto da lugar a la disolución de una pequeña parte de oxígeno en el agua (OD).

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

Cobertura de agua potable: Porcentaje de la población que habita en viviendas particulares que cuenta con agua entubada dentro de la vivienda, dentro del terreno o se abastece de una llave pública o hidrante.

Cobertura de alcantarillado sanitario: Porcentaje de la población que habita en viviendas particulares, cuya vivienda cuenta con un desagüe conectado a la red pública de alcantarillado sanitario, a una fosa séptica, a un río, lago o mar, o a una barranca o grieta.

Cuerpo receptor: La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, tratadas o no, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar los suelos, el subsuelo o los acuíferos.

Dotación de agua potable: Volumen de agua potable suministrado a los habitantes por día, l/hab-d.

DBO₅: Demanda bioquímica de oxígeno determinada en el laboratorio en cinco días, expresada en mg/l.

DQO: Demanda Química de Oxígeno, expresada en mg/l.

NMP/100 ml: Unidad o número probabilístico en que se determina la presencia estadística de organismos coliformes determinados como Escherichia Coli en aguas contaminadas, pueden ser totales o fecales.

Organismo operador: Entidad encargada y responsable de proporcionar a una localidad los servicios del suministro de agua potable, de alcantarillado sanitario y saneamiento.

Oxígeno disuelto: Elemento químico disuelto en el agua residual, cuya concentración se mide en mg/l.

Reúso: La explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales con o sin tratamiento previo.

Sólidos suspendidos totales (SST): Partículas sólidas presentes en un líquido como el agua residual donde su concentración es expresada en mg/l.

Saneamiento: Recolección y transporte del agua residual y el tratamiento tanto de ésta como de los subproductos generados en el curso de esas actividades, de forma que su evacuación produzca el mínimo impacto en el medio ambiente.

I. Manual de operación.

I.1. Presentación del Manual.

El presente manual de operación, es una guía para la operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Hortaliza y tiene como finalidad el brindar las herramientas necesarias para el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales y de esta manera garantizar que la entrega de los efluentes tratados, cumplan con los parámetros que la normatividad vigente aplique, así mismo, este manual y la buena práctica del mismo, garantizará la vida útil de la infraestructura y de los equipos de la planta de tratamiento de aguas residuales.

El contenido de este manual de operación, está organizado, para que su consulta sea de fácil entendimiento, para personal de las áreas tales como: laboratorio, operación, mantenimiento y seguridad. En el mismo se concentran temas que van desde la química básica, los procedimientos de laboratorio para el control del proceso, los procesos unitarios de tratamiento biológico, control en el tren del proceso, mantenimiento de equipos y la seguridad que debe existir para operar y mantener la planta de tratamiento.

Se hace énfasis en la capacitación para la operación de la planta y se mencionan alternativas de solución a problemas comunes que pudieran surgir, por lo que los analistas y/u operadores deberán leer y comprender correctamente este documento.

Un aspecto fundamental para el éxito del sistema de tratamiento es la viabilidad técnica y económica de su operación y mantenimiento, la cual será responsabilidad del personal que esté a cargo de la planta y del personal que opere la misma.

I.2. Química del agua

El agua que también es conocida por su fórmula química; H_2O , la cual representa una molécula formada por dos elementos: hidrógeno y oxígeno, que contiene dos átomos del primero y uno del segundo, unidos por medio de enlace.

Los átomos de hidrógeno y oxígeno en la molécula de agua tienen cargas opuestas, y las moléculas de agua vecinas con atraídas entre ellas como pequeños imanes. La atracción electrostática entre el hidrógeno y el oxígeno en las moléculas adyacentes es llamada enlace de hidrógeno. Así esta estructura permite a la molécula que muchas otras moléculas iguales sean atraídas y se unan con gran facilidad, formando enormes cadenas que van constituyendo el líquido que da la vida a nuestro planeta.

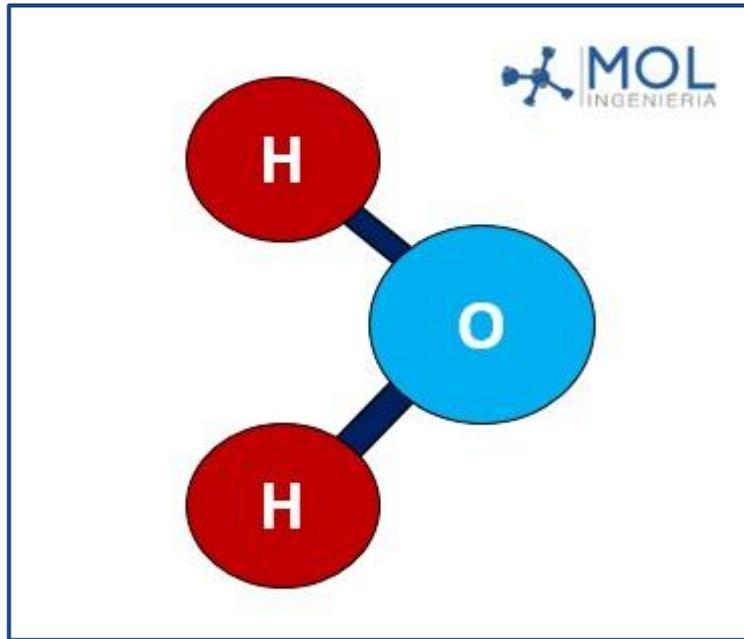


Ilustración 1 Molécula del agua (H₂O)

Dependiendo de la temperatura y la presión, el agua cambia muy fácilmente de un estado líquido a uno gaseoso o sólido. Así, a los 0 °C se produce la congelación y el agua se solidifica en hielo, nieve o granizo. En contraste, a una temperatura de 100 °C, el líquido se transforma en vapor. Por estos factores es posible que el agua pueda surgir como un líquido, como un gas en la atmósfera, o como un sólido quieto en las altas montañas o en los polos.

I.2.1. Potencial de hidrógeno

La medida de pH es un indicador muy importante en el tratamiento de las aguas residuales, independientemente del tratamiento biológico o físico-químico, es de primordial importancia conocer el pH de entrada del agua a tratar, y en todo el tren del proceso, es un indicador del tratamiento a realizar.

Para el control correcto del pH a lo largo del tren de tratamiento se considera el tipo de afluente a tratar, y sus rangos de valor de pH que normalmente presenta, si algún valor presentado se desfasa de los “valores normales”, será indicador del ingreso de cargas contaminantes no habituales, que derivaran en la toma de decisiones y acciones preventivas que se consideren correctas.

I.2.2. Temperatura

La temperatura es un parámetro muy importante de operación debido a que tiene un efecto directo en el nivel de actividad de las bacterias, en los sistemas de lodos activados, por lo que, el operador no tiene control sobre este parámetro.

En la figura 2, se puede observar las relaciones entre temperatura y actividad biológica.

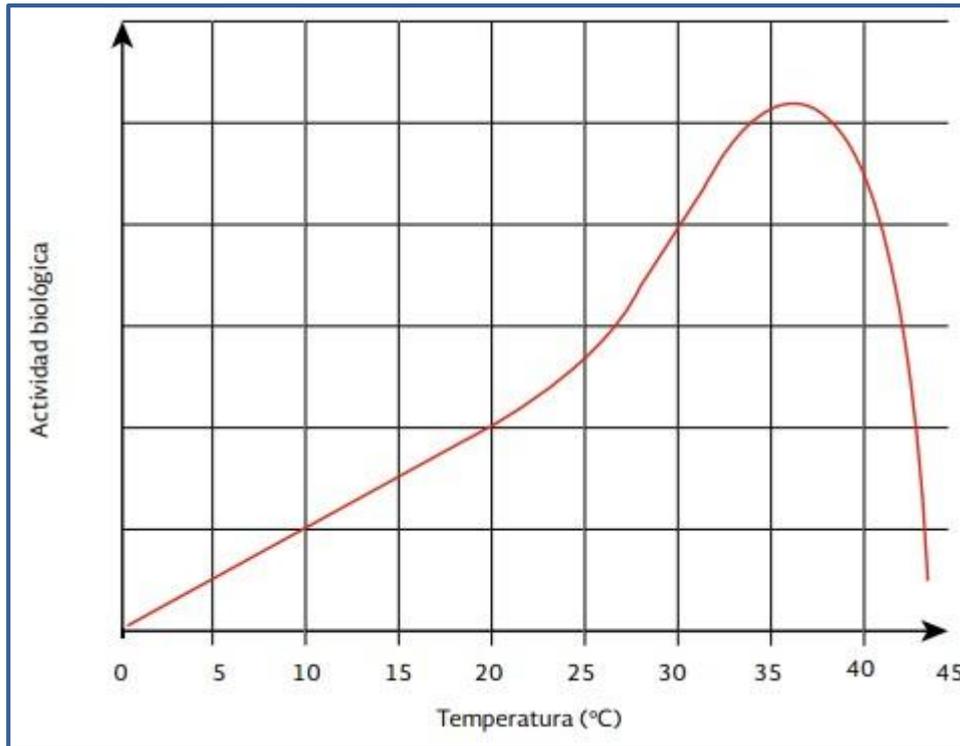


Ilustración 2 Gráfico de la relación entre la temperatura y la actividad biológica.

El rango óptimo de temperatura para la actividad bacteriana aerobia es entre 25 y 35 °C. A altas temperaturas las bacterias se vuelven más activas, inversamente a menor temperatura menor actividad bacteriana.

La velocidad de reacción enzimática se duplica cada 10 °C (aproximadamente); arriba de 35 °C, las enzimas son destruidas dando como resultado final a una baja eficiencia del proceso.

Para compensar los cambios de temperatura en las diferentes estaciones del año, se deben realizar los ajustes necesarios para tener las concentraciones adecuadas de SSVLM, así durante los meses de invierno la actividad biológica baja y los sólidos suspendidos volátiles en el tanque de aireación necesitan incrementarse, para mantener la eficiencia del proceso y en el verano por condiciones inversas; los SSVLM deben reducirse, ya que cada bacteria asimilará más materia orgánica debido a mayor actividad.

La temperatura afecta las características de sedimentación. Durante el invierno, el agua es más densa y la sedimentación será más lenta y en el verano sucede lo contrario. Tomando la consideración de que la temperatura es un parámetro importante en el desarrollo de la actividad microbiana, es necesario tomar en cuenta que el agua residual no debe exceder una temperatura de 35 °C, ni ser menor de 15 °C.

Otro punto que es importante mencionar, es que, si el sistema es aereado por sistemas de difusión de burbuja fina, el soplador incrementa la temperatura del aire, que a vez puede incrementar la temperatura del agua hasta en 2 °C.

I.2.3. Sólidos de las aguas residuales.

Las aguas residuales consisten de agua y sólidos disueltos y sólidos suspendidos. La cantidad de sólidos es muy pequeña, por lo general siempre menos de un gramo en un litro de agua; pero esta pequeña fracción es la causa de problemas en todo sitio de descarga y deberá ser removida por tratamiento y disposición adecuada.

Los sólidos de las aguas residuales pueden clasificarse en dos grupos generales, de acuerdo a su composición o a su condición física. De acuerdo a su composición se dividen en orgánicos e inorgánicos; de acuerdo a su condición física - resultante de su tamaño - se dividen en sólidos suspendidos y sólidos disueltos.

Sólidos Suspendidos Totales.

Son aquellos que están en suspensión y que son perceptibles a simple vista en el agua. Analíticamente se definen como la porción de sólidos retenidos en un filtro de orificios de aproximadamente una micra. Se reportan en mg/L.

Sólidos Sedimentables.

Son la porción de los sólidos suspendidos cuyo tamaño y peso es suficiente para que se sedimente en un período de tiempo determinado. Analíticamente son los sólidos que sedimentan a una hora en un cono Imhoff. Se reportan en mL/L (mililitros por litro).

Sólidos Coloidales.

Son la porción de los sólidos suspendidos cuyo tamaño y peso es tan pequeño, que hacen que permanezcan en suspensión sin sedimentarse por largos periodos de tiempo.

Se definen indirectamente como la diferencia entre los sólidos suspendidos y los sólidos sedimentables. No hay una prueba directa de laboratorio que sirva específicamente para definir la materia coloidal.

Sólidos Disueltos Totales.

Es la porción de sólidos que pasan a través del filtro utilizado para determinar los sólidos suspendidos. Se pueden determinar analíticamente por evaporación del líquido filtrado y pesado del residuo o por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos.

Cualquier agua natural contiene sales inorgánicas, por consiguiente, el agua residual también las contiene.

Las sales inorgánicas provienen directamente de la fuente de abastecimiento del agua natural. Si la fuente de abastecimiento es agua superficial, la concentración de sales será baja; pero si proviene de un pozo, la concentración será mayor. Cuando la

concentración de sólidos disueltos es muy elevada interfiere con los procesos de depuración del agua residual.

Sólidos Inorgánicos

Se les conoce como sustancias minerales como son: arena, tierra y sales minerales disueltas. Son sustancias inertes que no están sujetas a la degradación biológica. Por lo general no son combustibles. Analíticamente se determinan como el residuo fijo que permanece después de la calcinación a 600°C de los sólidos totales.

La siguiente figura muestra en forma resumida la composición de las aguas residuales domésticas

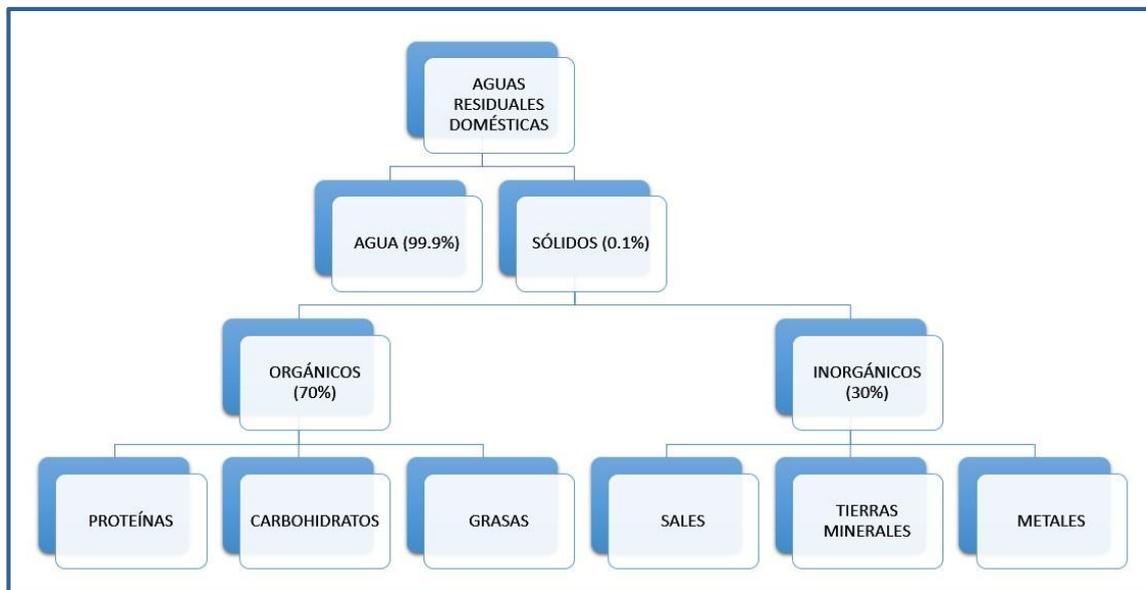


Ilustración 3 Composición de las aguas residuales domésticas

I.2.4. Materia orgánica

El agua residual contiene diversos materiales de origen animal o vegetal cuyas cantidades pueden ser medidas por dos pruebas analíticas: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es el parámetro que indica el contenido de materia orgánica biológicamente degradable. Se define como la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias aeróbicas para estabilizar la materia orgánica.

Las bacterias aeróbicas al alimentarse de materia orgánica, consumen el oxígeno disuelto en el agua. En consecuencia, el consumo de oxígeno disuelto es una medida de la cantidad de materia orgánica contenida en el agua residual. Debe notarse que, si están presentes sustancias tóxicas, éstas interferirán en la actividad de los microorganismos y el valor de la DBO podrá verse disminuido.

La Demanda Química de Oxígeno, al igual que la DBO es otro parámetro que indica el contenido de materia orgánica en el agua residual. Partiendo del hecho de que no toda la materia orgánica es susceptible de ser degradada por los microorganismos, este parámetro indica la cantidad total de materia orgánica contenida con el agua residual; para ello se utiliza un compuesto que se encarga de oxidar químicamente la materia orgánica presente. Por regla general, la DQO es mayor que la DBO.

Para cada tipo de agua residual existe una relación de DBO y DQO, la cual es importante determinar debido a que el análisis de DQO se realiza en dos horas, mientras que el de DBO requiere de cinco días. Así, se puede obtener una estimación rápida de la concentración de DBO por medio del análisis de la DQO.

La relación existente entre la concentración de DQO y DBO es un indicador del grado de biodegradabilidad del agua residual, así como del tipo de proceso de tratamiento biológico que podría ser adecuado para ese sustrato. La relación típica de DQO/DBO en el agua residual municipal o doméstica está en el rango de 1.8 a 2.2;

Relación igual o menor a 2.0, el agua residual es fácilmente tratable por medios biológicos.

Relación igual o mayor a 3.3, el agua residual puede contener compuestos tóxicos o requerir microorganismos aclimatados para lograr su estabilización.

La relación DQO/DBO no es constante, ya que a medida que se avanza en el tratamiento del agua residual usualmente el valor de la relación se incrementa, acorde a lo siguiente:

Agua residual cruda,	1.2 a 3.3
Efluente tratamiento primario,	1.7 a 2.5
Efluente tratamiento biológico,	3.3 a 10.0

I.2.5. Grasas y aceites

Las grasas y aceites son materia orgánica que, en pequeñas cantidades, son componentes usuales del agua residual. Se trata generalmente de aceites vegetales y de origen animal, así como los hidrocarburos del petróleo. Las principales fuentes aportadoras de grasas y aceites son los de uso doméstico, talleres automotrices, industria del petróleo, rastros, procesadoras de carnes y embutidos, y la industria cosmética.

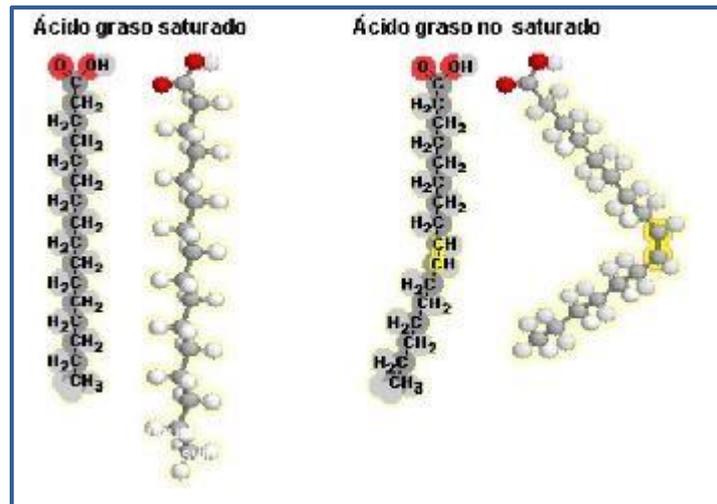


Ilustración 4 Estructura química de un ácido graso saturado y un ácido graso no saturado

La determinación analítica de grasas y aceites no mide la sustancia específica, sino un grupo de sustancias susceptibles de disolverse en hexano, incluyendo ácidos grasos, jabones, grasas, ceras, hidrocarburos, aceites y cualquier otra sustancia extraíble con hexano. En la calidad del agua residual municipal, se considera que la concentración de grasas es baja cuando es de 50 mg/l y se considera alta o elevada cuando es de 150 mg/l o mayor.

El hecho de que sean menos densos que el agua e inmiscibles en ella, hace que se difundan por la superficie, de modo que pequeñas cantidades de grasas y aceites puedan cubrir grandes superficies de agua. Además de producir un impacto estético, reducen la reoxigenación a través de la interfase aire-agua, disminuyendo el oxígeno disuelto y absorbiendo la radiación solar, afectando así la actividad fotosintética y, en consecuencia, la producción interna de oxígeno disuelto. Encarecen los tratamientos de depuración, y en algunos aceites, especialmente los minerales, suelen ser tóxicos.

I.2.6. Oxígeno disuelto

El oxígeno es un gas, componente normal del aire y que se encuentra disuelto como componente obligatorio de cualquier agua natural pura. La solubilidad del oxígeno depende especialmente de la temperatura y de la presión atmosférica. El valor de saturación del oxígeno en agua pura a una atmósfera de presión (nivel del mar) es de:

11.27 mg/L a 10 °C

9.07 mg/L a 20 °C

8.24 mg/L a 25 °C

El aporte de oxígeno en agua natural es además función del movimiento, profundidad, acción de la luz, nivel de nutrientes y de la cantidad de microorganismos presentes. La influencia de cada uno de estos conceptos se explicará posteriormente.

Las bacterias aerobias toman el oxígeno que requieren a partir del oxígeno disuelto en el agua. La carencia de oxígeno disuelto inhibe a las bacterias aerobias y permite el desarrollo de condiciones anóxicas o anaerobias.

Aerobio: presencia de oxígeno disuelto

Anóxico: Carencia de oxígeno disuelto, pero presencia de nitratos (NO₃)

Anaerobio: Carencia de oxígeno tanto disuelto como en nitratos.

Las bacterias responsables de eliminar la materia orgánica en lodos activados son aerobias.

Si OD < 0.5 mg/l, no hay condiciones aerobias.

Si OD < 1 mg/l, se favorece el crecimiento de bacterias aerobias filamentosas que no sedimentan fácilmente.

Si OD > 3mg/l, no hay algún beneficio. Hay un consumo de energía innecesario en el sistema de aeración.

Es una de las principales variables a monitorear. Normalmente se busca que el OD se encuentre entre 1 y 3 mg/l

La energía para la aireación de los reactores biológicos y digestores aerobios, es el principal costo de operación de las plantas de tratamiento.

El oxígeno es suministrado al reactor biológico por medio de:

Aireadores mecánicos superficiales

Sistemas de aireación difusa

El OD se modifica:

Arrancando/parando equipos de aireación

Variando la velocidad de rotación de los motores de aireadores o sopladores

Variando la apertura de válvulas en la succión o descarga de sopladores.

I.2.7. Otros gases disueltos

Las aguas residuales contienen pequeñas y variables cantidades de gases disueltos. Los gases más frecuentemente encontrados son nitrógeno (N₂), bióxido de carbono (CO₂), ácido sulfhídrico (H₂S), amoníaco (NH₃) y metano (CH₄). Los dos primeros se encuentran en todas las aguas expuestas al aire. Los tres últimos proceden de la descomposición de la materia orgánica por la acción de microorganismos.

I.2.8. Composición biológica

Las aguas residuales contienen incontables organismos vivos, la mayoría microscópicos. Son la parte viva de la materia orgánica presente, y su presencia es de suma importancia. Algunos de ellos son los causantes de enfermedades; pero otros constituyen el principal medio para la depuración o tratamiento de las aguas residuales.

Entre los agentes infecciosos se pueden encontrar: bacterias, virus, protozoarios y helmintos patógenos, los cuales son causantes de diversas enfermedades como fiebre tifoidea, disentería, cólera y otras enfermedades intestinales. Su posible presencia es una de las razones por las cuales las aguas residuales deben ser colectadas con todo cuidado, tratadas adecuadamente y dispuestas en forma segura para evitar todo riesgo a la salud pública.

Un grupo de bacterias llamadas saprófitas, generalmente presentes en las aguas residuales domésticas son las que se alimentan de materia orgánica, descomponiéndola progresivamente y estabilizándola. Su actividad es la base indispensable en el tratamiento biológico de las aguas residuales.

Todas las bacterias necesitan de agua, alimento y oxígeno para vivir y multiplicarse. En presencia de oxígeno disuelto en el agua, un grupo de bacterias conocidas como aeróbicas son las responsables del proceso de degradación de la materia orgánica.

En ausencia de oxígeno disuelto son reemplazadas por otro grupo de bacterias llamadas anaerobias que pueden degradar la materia orgánica utilizando el oxígeno combinado con la misma materia orgánica por un proceso conocido como descomposición anaerobia, séptica o putrefacción, dando lugar a olores ofensivos característicos.

Otros microorganismos presentes que juegan un papel importante complementario en el tratamiento de aguas residuales son varias especies de hongos, protozoarios y algunas especies microscópicas de nemátodos y crustáceos.

I.2.9 Microorganismos Coliformes

De especial importancia entre las bacterias contenidas en aguas residuales es el grupo coliforme. Se trata de un bacilo al que se considera como el "microorganismo característico de la excreta humana". Es una bacteria que habita normalmente en el

intestino humano - sin causar ningún daño -, no es parásita o patógena, se alimenta de la excreta en tránsito y es arrojada con la excreta en enorme número (se estima que un adulto arroja entre 1×10^{11} y 4×10^{11} bacterias coliformes diariamente). Se le considera un indicador de contaminación bacteriológica; su presencia indica que materia fecal ha contaminado el agua y por ello otras bacterias patógenas pueden estar presentes.

Por el contrario, su ausencia generalmente se interpreta como la ausencia de toda otra bacteria patógena, pues de hallarse éstas presentes estarían acompañadas de un número mayor de microorganismos. La concentración de coliformes encontrada normalmente en el agua residual sanitaria o doméstica es entre 100,000 (1×10^5) y 100,000,000 (1×10^8).

Algunas especies de coliformes no son de estricto origen fecal, pero hay pruebas sencillas de laboratorio que permiten distinguir el origen fecal de las bacterias coliformes y más aún, se puede determinar su concentración, reportándose como Número Más Probable (NMP) en una muestra de 100 mL.

Los coliformes fecales se denominan termotolerantes, por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Esta es la característica que distingue a los coliformes totales y fecales. Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a $44.5 \text{ }^\circ\text{C}$. Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces, están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *klebsiella*. Como los coliformes fecales se encuentran casi exclusivamente en las heces de los animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor presencia de contaminación fecal.

El grupo de bacterias coliformes totales, comprende todos los bacilos *Gram-negativos* aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas en un plazo máximo de 48 horas, a $35 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Este grupo está conformado por 4 géneros principalmente: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *klebsiella*.

1.2.10. Sustancias combustibles

Se refiere a sustancias peligrosas que son susceptibles de provocar explosiones en las canalizaciones y tuberías del sistema de alcantarillado o de la planta de tratamiento. En este contexto, se citan la gasolina, bencina, disolventes y otras sustancias volátiles inflamables.

1.2.11. Sustancias tóxicas

Las sustancias tóxicas son venenos que interfieren en los procesos biológicos y que a veces impiden totalmente su realización. Pueden encontrarse en las aguas residuales industriales, sobre todo en las industrias químicas, en las empresas de galvanización, talleres de limpieza de metales, las industrias alimentarias que utilizan conservadores o desinfectantes, curtidurías. Entre las sustancias tóxicas se pueden citar:

el cadmio, cobre, zinc, cromo hexavalente, plomo, cianuros, bactericidas, solventes orgánicos como el tetracloruro de carbono, etc.

Algunos metales pesados están identificados por su efecto como inhibidores del proceso biológico, se recurre a referencias técnicas (Metcalf & Eddy, 2003)(Metcalf & Eddy, 1991) en las que se indican las concentraciones mínimas en las que se presenta inhibición de la nitrificación en el tratamiento del agua residual:

Níquel: 0.25 mg/L

El níquel es liberado al aire por las plantas de energía y los incineradores de basura. Este se deposita en el suelo o caerá después de reaccionar con las gotas de lluvia. Normalmente, pasa un largo periodo de tiempo para que el níquel se elimine del aire. El níquel puede también terminar en la superficie del agua, cuando es parte de las aguas residuales. La mayor parte de todos los compuestos del níquel que son liberados al ambiente, se absorben por los sedimentos y partículas del suelo, y luego llegarán a inmovilizarse.

El agua con mucho níquel puede producir, dolores de estómago y alteraciones de la sangre (aumento de glóbulos rojos) y de riñones aumento de proteínas en la orina. Los vapores y el polvo de sulfuro de níquel, pueden ser cancerígenos, con altas probabilidades de desarrollar cáncer de pulmón, de nariz laringe y próstata;

Cromo (hexavalente): 0.25 mg/L

Cobre: 0.10 mg/L

El cobre puede ser liberado al medio ambiente, tanto por actividades humanas como por procesos naturales. Puede encontrarse en muchos alimentos, en el agua potable y en el aire. La absorción del cobre es necesaria, porque es un elemento esencial para la salud del hombre. La cantidad de cobre no debe exceder de 2mg/l, pues a corto plazo, puede causar molestias gastrointestinales. Su ingestión a largo plazo causa lesiones hepáticas y renales.

Cianuro: 0.34 mg/L

Los cianuros son compuestos potencialmente tóxicos, ya que, en un cambio de pH en el medio, puede liberar ácido cianhídrico, compuesto generalmente asociado con la máxima toxicidad de estos compuestos. Es por ello que es de suma importancia determinar cómo ion Cianuro (CN-) la presencia de los compuestos cianurados, en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas.

Si la cantidad de cianuro excede de 0.07 mg/l, puede causar diferentes tipos de enfermedades como lesiones en el sistema nervioso y problema de la tiroides. Las concentraciones muy altas provocan, respiración rápida y profunda, falta de aliento, seguido de convulsiones y pérdida del conocimiento.

Otros contaminantes identificados como inhibitorios o tóxicos de los procesos biológicos, en función de su concentración, usualmente se originan en vertidos de agua residual de tipo industrial. Regularmente se citan los siguientes.

Solventes orgánicos, aminas, proteínas, taninos, compuestos fenólicos, alcoholes, cianatos, éteres, carbonatos y benceno.

Amoniaco no ionizado (NH_3).

I.2.12. Tratamiento de las aguas residuales

Es de práctica común diferenciar entre dos tipos de aguas residuales: las que provienen de casas habitación (de origen doméstico), que comúnmente son denominadas aguas residuales, y las que provienen de instalaciones industriales o de servicios, las cuales reciben el nombre de aguas residuales industriales. Por lo general, las aguas residuales industriales presentan altas concentraciones de DBO y/o DQO, además de la posibilidad de contener algunos elementos tóxicos, lo que dificulta su tratamiento por procesos biológicos.

Las aguas residuales municipales están formadas por una combinación de aguas residuales domésticas, de servicios y un pequeño contenido de aguas residuales industriales, lo que permite su tratamiento por medios biológicos convencionales.

Objetivos del Tratamiento

Una planta de tratamiento de aguas residuales es una instalación en donde se remueven total o parcialmente los contaminantes contenidos en el agua; esto se logra mediante procesos dispuestos en orden creciente de complejidad, costo y eficiencia que permiten remover paso a paso los contaminantes.

Se pueden identificar tres objetivos generales del tratamiento de las aguas residuales:

1. Para evitar impactos negativos en el cuerpo receptor, las descargas de aguas residuales crudas provocan problemas estéticos y de impacto ecológico sobre el medio ambiente, dañando a la flora y fauna del lugar donde se vierten. Por otra parte, es normal la presencia de patógenos en el agua residual municipal y se pueden presentar riesgos a la salud pública.
2. Para producir mediante un efluente cuyas características permitan su aprovechamiento y reúso. Generalmente las aguas tratadas son reutilizadas en riego agrícola, riego de áreas verdes y en usos industriales en que el agua tratada no es materia prima del producto terminado.
3. Para cumplir con la normatividad ambiental en la materia de descargas de agua residual. Otro propósito implícito en los anteriores es cumplir con las normas de calidad, reglamentos y leyes expedidas por diversas autoridades (SEMARNAT, CONAGUA, Secretaría de Salud, etc.).

El tratamiento de las aguas residuales es un proceso global, donde se retiran hasta cierto grado los contaminantes del agua residual, produciendo agua tratada y lodos de desecho. Estos lodos están constituidos por sólidos y, según el tipo de tratamiento, microorganismos y/o compuestos químicos.

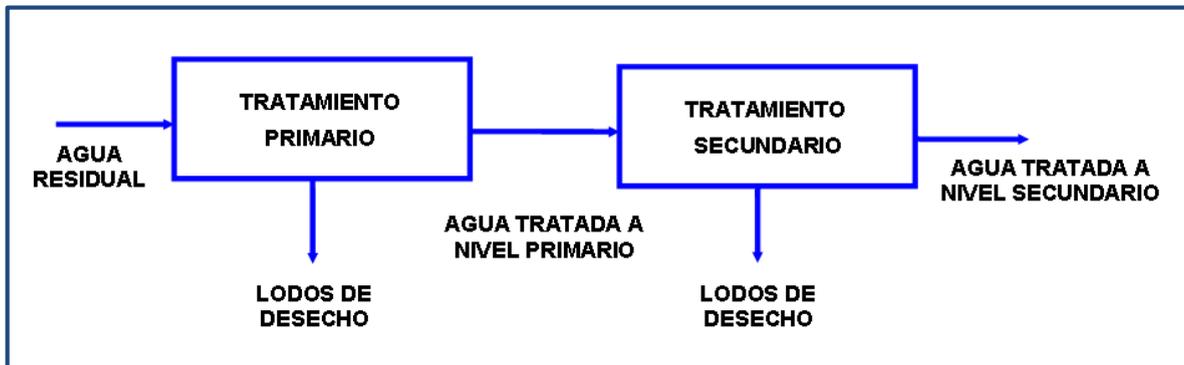


Ilustración 5 Diagrama de tratamiento para aguas residuales

Existen diferentes niveles de tratamiento en los cuales se produce un efluente parcialmente tratado y lodos de desecho, tal como se expresa en la figura.

En orden de complejidad, eficiencia y costo, las operaciones y procesos de tratamiento se dividen en:

Pretratamiento

Este tratamiento tiene como función remover los sólidos flotantes voluminosos y arenas que pueden dañar equipos u obstruir los cárcamos de bombeo y los subsecuentes procesos de tratamiento.

Tratamiento Primario

Este proceso actúa sobre sólidos suspendidos que puedan sedimentarse o flotar por las diferencias de densidad con respecto al agua.

Tratamiento Secundario

Promueve la transformación de sólidos disueltos y sólidos coloidales (no sedimentables) a sólidos biológicos que pueden ser removidos por sedimentación. Su principal aplicación es la eliminación de materia orgánica.

Tratamiento Terciario o Avanzado

Se utiliza para remover contaminantes específicos no removidos en el tratamiento secundario, o bien incrementar como su remoción, tales como SST y DBO, o bien nutrientes: Nitrógeno y el Fósforo, los que pueden interferir con el destino final del agua tratada o afectar un cuerpo receptor sensible. En este caso, son muy variados los procesos que pueden emplearse dependiendo del tipo de contaminante y del sitio de vertido o el reúso propuesto.

I.2.13. Factores que intervienen en la operación de procesos biológicos

En la operación de procesos biológicos de tratamiento, se debe tomar en cuenta los factores que intervienen en las condiciones hidráulicas y biológicas del sistema. Existen factores que no son controlables por el hombre, como son los fenómenos meteorológicos tales como viento, temperatura, precipitación pluvial, radiación solar y evaporación. Otro tipo de factores son la infiltración - la cual depende del tipo de suelo - y las características propias de las aguas residuales que recibirán el tratamiento. Todos estos factores deben ser comprendidos para que sus efectos puedan ser tomados en cuenta en el diseño.

Viento

Siempre que sea posible, las plantas de tratamiento deben ser construidas en un lugar donde la dirección de los vientos dominantes no sea en dirección a las zonas residenciales. Dado que eventualmente se pueden emitir malos olores. Como medida de seguridad, se recomienda su construcción a no menos de 500 metros de áreas habitacionales.

Temperatura

En los reactores biológicos la actividad microbiana es más intensa a mayores temperaturas, trayendo consigo un aumento en la demanda de oxígeno disuelto; si la cantidad de oxígeno requerido no es compensada, se pueden propiciar condiciones anaerobias que se caracterizan por presentar malos olores y un efluente turbio.

En el caso de los tanques sedimentadores, la temperatura del agua durante la noche es prácticamente constante para todo el volumen del tanque, con una temperatura superficial del agua levemente inferior, esto se debe a que el flujo de calor durante la noche, se realiza a partir de las capas inferiores. En algunas horas del día, cuando la temperatura ambiente supera la temperatura media del agua, esta absorbe energía (calor), produciéndose un flujo de calor a la inversa (a partir de las capas superiores).

Durante el día la temperatura del efluente de los tanques sedimentadores es superior a la temperatura media del agua, e inferior a la temperatura superficial, mientras que, por la noche, los valores son muy semejantes.

Precipitación Pluvial

Un aumento repentino del flujo puede acarrear grandes cantidades de sólidos en el efluente, o bien puede arrastrar fuera del reactor biológico una parte significativa de la población de microorganismos.

Lluvias aisladas o no abundantes no provocan efectos significativos. Para que esos problemas sean aun menores, se deberá incorporar una estructura que desvíe las contribuciones que exceden la capacidad de tratamiento de la instalación.

I.2.13.1 Factores Físicos

Estos factores son tomados en cuenta como parámetros de diseño por el proyectista y sirven de base en el dimensionamiento de las unidades; entre ellos se consideran: número, geometría, área superficial, profundidad o tirante hidráulico y volumen, los que a su vez influyen en los patrones de flujo y mezclado, corto circuitos hidráulicos, tiempo de retención, etc. dando resultados diversos de eficiencia de tratamiento y calidad del efluente final.

I.2.13.2 Factores Químicos

Oxígeno Disuelto, OD

La cantidad de oxígeno disuelto en el agua es el mejor indicador de una operación satisfactoria de los sistemas de tratamiento aeróbicos, como los lodos activados y los filtros biológicos. Para que se lleve a cabo una adecuada transformación de la materia orgánica, se requiere de valores de oxígeno disuelto comprendidos entre 1 y 2 mg/L en el licor mezclado.

Otra de las funciones de tener una capa superficial aeróbica, es evitar que se generen gases con mal olor - producidos por zonas anaerobias.

Potencial Hidrógeno, pH

El pH es un parámetro muy importante para la correcta operación de la planta de tratamiento. El rango adecuado de operación es de 6.0 a 9.0 unidades. En algunos casos se presentan aguas residuales industriales con valores de pH fuera de este rango. Estas aguas deberán pasar por tanques de neutralización que ajusten el valor de pH antes de entrar a la planta de tratamiento. Sin embargo, valores de pH por arriba de nueve, permiten una reducción o mortandad de las bacterias entéricas como *Escherichia coli*.

Sustancias Tóxicas

Las sustancias tóxicas pueden estar presentes en las aguas residuales y son nocivas para los microorganismos. En ocasiones estas sustancias llegan incluso a detener la actividad biológica por completo. Para que el proceso de tratamiento pueda darse en forma satisfactoria, las sustancias tóxicas deben ser eliminadas en el sitio en que se producen.

Entre las sustancias tóxicas se pueden nombrar: sulfuros, detergentes, el nitrógeno amoniacal, los fenoles, los metales pesados, pesticidas, desinfectantes y desechos líquidos de diversas industrias.

I.2.13.3 Factores Microbiológicos

Son los factores que están involucrados con la actividad microbiana y en consecuencia, afectan directamente el proceso de tratamiento. El conocimiento de estos factores permite que se determine el tipo de tratamiento más adecuado para el agua residual a tratar y las condiciones óptimas para que éste se realice.

Nutrientes

Las bacterias requieren de una fuente de nutrientes, para crecer y multiplicarse. Varios elementos son necesarios aún en pequeñas cantidades, siendo indispensables la presencia - en mayor cantidad - de Carbono, Nitrógeno y Fósforo. El agua residual doméstica contiene todos los nutrientes necesarios para mantener una comunidad de bacterias y algas en condiciones adecuadas. Cuando la materia orgánica es suficiente para un óptimo crecimiento bacteriano, también es adecuada para que se presente el crecimiento de una población de algas.

La relación *Carbono: Nitrógeno: Fósforo* para el agua residual doméstica es del orden de 20: 5: 1. Para el crecimiento de bacterias aeróbicas se requiere una relación aproximada de *DBO: Nitrógeno: Fósforo* de 100: 5: 1, misma que siempre se satisface en las aguas residuales domésticas y municipales.

Carga Orgánica

La carga orgánica es la cantidad de materia orgánica contenida en el agua residual y puede ser expresada en términos de DBO_5 o en términos de DQO. La cantidad de materia orgánica - o carga orgánica - contenida en el influente determinará la presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua, y las condiciones de aerobiosis o anaerobiosis en que se llevará a cabo el proceso, así como los requerimientos de equipo y potencia para la aireación del reactor biológico.

I.2.14. Tipos de tratamiento de las aguas residuales

Las características del agua residual pueden variar de una población a otra dependiendo del tipo y número de actividades que en ellas se realicen; el sitio de vertido y las características particulares del cuerpo receptor o el reúso específico propuesto para el efluente. Todos estos aspectos fijarán el tipo de tratamiento más adecuado para obtener un efluente con la calidad que cumpla con las especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y/o la NOM-003-SEMARNAT-1997, las condiciones particulares de descarga que puedan requerir las autoridades.

Aunque no todas las plantas de tratamiento son iguales, existen procesos que son comunes para todas ellas. La figura ilustra los procesos a los que se somete el agua residual desde su llegada a la planta; el cuadro ilustra algunas generalidades del tratamiento.

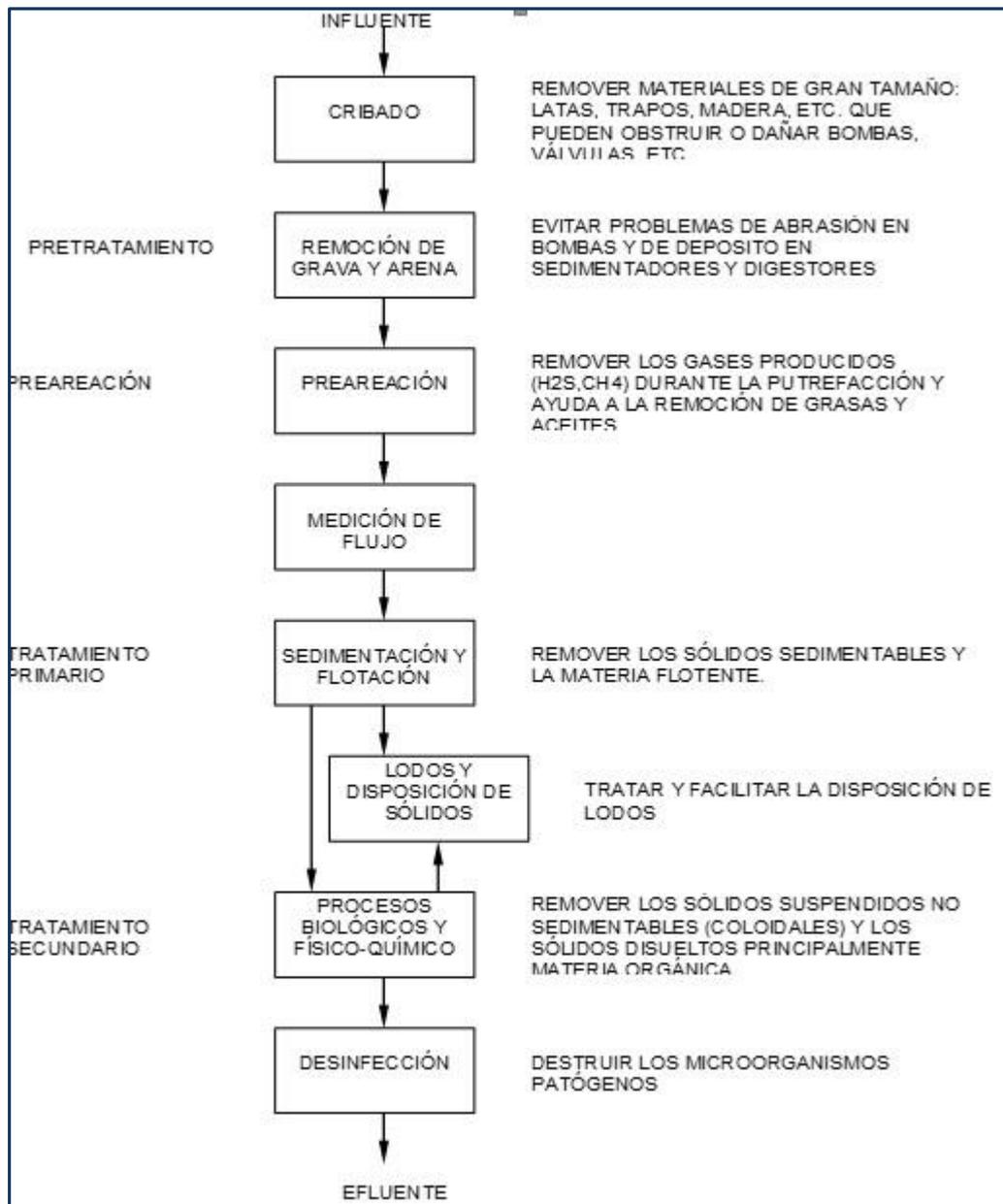


Ilustración 6 Diagrama de flujo de los procesos generales que se realizan en un planta de tratamiento de aguas residuales

Tabla 1 Generalidades sobre los diversos procesos de tratamiento

Tratamiento	Propósito	Tipos Principales	Eficiencia de Remoción
Pretratamiento	Proteger las instalaciones mediante la remoción de sólidos de gran tamaño, basura, tierra y arena	<ul style="list-style-type: none"> - Rejas - Rejillas - Triturador o desmenuzador - Desarenadores 	DBO ~ 0% SST ~ 0% Coliformes ~ 0%
Primario	Remoción de sólidos sedimentables y materia flotante	<ul style="list-style-type: none"> - Sedimentadores primarios - Tanques sépticos - Desarenadores - Tanques Imhoff 	DBO = 20 - 40 % SST = 40 - 70 % Coliformes = 25-75 %
Secundario	Remoción de sólidos suspendidos no sedimentables (coloidales) y de sólidos disueltos Principalmente materia orgánica	Tratamiento Biológico: <ul style="list-style-type: none"> - Microorganismos en suspensión en sistemas lodos activados - Crecimiento en medio fijo: filtro biológico y biodiscos 	Sistema Lodos Activados DBO = 85 - 95 % SST = 85 - 95 % Coliformes = 90-98 % Filtro Biológico DBO = 80 - 95 % SST = 70 - 95 % Coliformes = 90-95 %
Terciario	Remoción de contaminantes específicos que no han sido removidos por procesos anteriores, principalmente materiales no biodegradables	Tratamiento Físico Químico: <ul style="list-style-type: none"> - Coagulación - floculación - Filtración en arena y/o antracita - Adsorción carbón activado - Oxidación química - Precipitación química - Procesos de membrana - Intercambio iónico - Nitrificación-Denitrificación 	Coagulación – Floculación DBO = 50 - 85 % SST = 70 - 90 % Coliformes = 40-80 % <ul style="list-style-type: none"> - La requerida para cada caso específico - En general, se pretende alcanzar concentraciones inferiores a 10 mg/L de DBO/SST. - Reducir el contenido de Nitrógeno y Fósforo a menos de 15 y 5 mg/L, respectivamente.
Desinfección	Inhibición de Microorganismos Eliminar Bacterias	<ul style="list-style-type: none"> - Cloración - Ozonación - Radiación Ultravioleta 	Remoción de coliformes fecales para obtener efluente de concentración igual o menor a 1000 NMP/100 mL o 240 NMP/100 mL, dependiendo de la norma

I.3. Seguridad e higiene en el laboratorio

I.3.1. Seguridad en el laboratorio

Antes de trabajar en el laboratorio, todo el personal deberá estar familiarizado con los procedimientos de seguridad.



I.3.2 Seguridad General

Queda prohibido comer, tomar y fumar en el laboratorio

Prohibido guardar comida o bebida en el refrigerador del laboratorio

Los accesos a las salidas, los accesos al equipo de emergencia, y los controles de los equipos nunca deben estar bloqueados por muebles, equipo o material del laboratorio

Mantener el laboratorio limpio y ordenado a toda hora. Por otra parte, observar un periodo de limpieza al finalizar el día.

Limpiar de inmediato toda la cristalería usada, así como agua y químicos derramados.

Evitar el contacto de los químicos con la piel. Asumir que todas las sustancias desconocidas son tóxicas.

Todo trabajo es llevado a cabo con el uso de ácidos volátiles y bases, solventes químicos combustibles, etc.; deber ser hecho bajo una cubierta y con un ventilador funcionando.

Cuando diluya ácido en agua, siempre agregue el ácido lentamente al agua.

Nunca agregue agua al ácido.

No vacíe aceite, grasa, gasolina, éter o mercurio, dentro del desagüe del laboratorio. Diluya ácidos y álcalis con grandes cantidades de agua cuando escurran y tírelo al desagüe.

Cuando tome soluciones calientes o trastes calientes, use guantes de protección y pinzas. Sea extremadamente precavido cuando acomode productos o quite los productos del horno de mufla. Siempre utilice pinzas para esta tarea.

Cuando maneje químicos peligrosos o muestras de aguas residuales, utilice pipeta.

Nunca use la pipeta con la boca.

Vacíe y enjuague toda la cristalería antes de acomodarla para la limpieza. Esto protegerá al compañero operador quién, quizá pudiera cargar la cristalería conteniendo tóxicos, ácidos fuertes o sustancias alcalinas

El equipo eléctrico no debe dejarse prendido a solas por la noche, a menos de estar equipado con un confiable control de temperatura. Verifique al final del día que todos los interruptores estén apagados. Etiquetar el equipo dañado y mantenerlo separado de los equipos y productos en buen estado del almacén.

No permita que las autoclaves sean operadas por el personal que no está familiarizado con su operación. Asegurar que la presión esté en cero antes de abrir la puerta. Abra la puerta de la autoclave suavemente y quédese fuera de peligro mientras el vapor está escapando.

El uso de reactivos o equipo nuevo deberá ser minuciosamente explicado al personal nuevo del laboratorio.

Siempre apague la placa caliente cuando no se esté utilizando. Nunca deje una flama abierta desatendida.

Asegúrese que el centrifugado esté en el balance apropiado, y puesto en la velocidad apropiada; que esté cerrada cuando opera, y se haya detenido antes de ser levantada la cubierta.

Nunca trate de operar o reparar un instrumento si usted no está familiarizado con sus principios de operación.



I.3.3 Equipos de protección personal

Los lentes de seguridad deben ser usados por todos los que realicen análisis de laboratorio, y resistentes a las salpicaduras. Estos deberán ser usados cuando maneje químicos arriesgados; use mascarilla y goggles para protección extra.

Los lentes de contacto no deben ser usados en el laboratorio.

Las batas de laboratorio deberán ser usadas a toda hora mientras se esté trabajando en el laboratorio. Las batas muy usadas o maltratadas deberán ser reemplazadas a la mayor brevedad posible; el mandil de protección deberá facilitarse y ser usado cuando el análisis o la actividad lo requiera. Los guantes gruesos, largos hasta el codo, y de fricción, deberán usarse cuando se manejen químicos peligrosos.

Se requerirá que todo el personal del laboratorio use los zapatos de seguridad. Se prohíben usar en el laboratorio: sandalias, zapatos perforados y zapatos de suela de goma.

Deberá tener equipos extintores de fuego ABC en tamaño adecuado.

Un buen botiquín de primeros auxilios, con todo lo necesario, deberá estar a la vista y en buen estado, en todos los laboratorios.

Se deberá tener una fuente para lavar los ojos y una regadera de emergencia.

También deberán contar con un botiquín, de preparación comercial, para los derrames.

Cristalería

Se debe manejar y almacenar la cristalería del laboratorio con cuidado, para evitar daños a los mismos. No usar cristalería cuarteada, rota o astillada. La cristalería defectuosa, deberá ser inmediatamente descartada y separada, cubierta en un contenedor de metal y estar claramente etiquetada como “cristal roto”. Todos los cristales rotos deberán recogerse inmediatamente con un pala y escoba.

Use guantes gruesos para romper la cristalería o cuando inserte tubos de cristal dentro del tapón de fricción.

Haga las conexiones del cristal de fricción cuidadosamente. Las terminales de los tubos de cristal deben ser pulidos a fuego y lubricados con agua, glicerina o gelatina lubricante, antes de insertarlo dentro del tapón de fricción, y no en la terminal contraria.

Gire el cristal cuando esté insertándolo en un friccionador o una pipeta

Asegúrese que la cristalería caliente esté completamente fría cuando la tome con las manos.

Riesgos

Todos los contenedores que contengan químicos peligrosos deberán estar etiquetados apropiadamente.

Todos los químicos peligrosos almacenados o usados en la planta, deberán estar respaldados por una hoja de datos de material de seguridad. La PTAR desarrollará y mantendrá un programa por escrito de comunicación de peligros. El laboratorio debe mantener en carpetas de argollas, registros de todos los químicos usados en el laboratorio.

Etiquetados de contenedores

El propósito de etiquetar es para ofrecer una advertencia inmediata a los operados, y para la identificación química.

Las etiquetas y otras señales, en cada contenedor de químicos, deben incluir su clara identificación; puede usarse el nombre común o químico, para los químicos individuales o las mezclas, siempre y cuando, el mismo término aparezca en la lista de químicos peligrosos y en hoja de datos.

Advertencias apropiadas de peligro

Las etiquetas en los contenedores enviados, también deben incluir el nombre y la dirección del fabricante químico, proveedor, u otra de las partes responsables. Designar una persona responsable para garantizar que todas las etiquetas de los envases enviados a la planta, tengan la información correcta, sean legibles y bien colocados. Designar a una persona responsable para asegurar que, en todas las etiquetas de los contenedores o envases de la planta, estén correctas y legibles.

Asegúrese que todas las etiquetas puedan verificarse con las hojas de datos y con la lista de los químicos peligrosos. Establecer en los procedimientos de la planta, una revisión y actualización periódica de la información de las etiquetas.

Identificar las operaciones en el área de trabajo, donde estén presentes los químicos peligrosos; identificar los riesgos específicos de los químicos involucrados

Familiarizar a los operadores con la apariencia visual y el olor de lo químicos peligrosos, así como las alarmas de los dispositivos de control, que operan si los químicos salen de las áreas de trabajo.



Describir donde se guardan las hojas de: los programas de comunicación de riesgo, la lista de los químicos peligrosos y las hojas de datos.



Se deberá describir las medidas que los operadores deben tomar para protegerse de estos riesgos.



Se describen las medidas que los operadores deben de tomar para protegerse de estos riesgos.

Los operadores deberán estar entrenados al momento que se les asigne un trabajo con químicos peligrosos. El objetivo de esta medida es contar con información previa a la exposición y prevenir sucesos de efectos adversos a la salud. Este propósito no puede obtenerse si el entrenamiento es propuesto.

Un entrenamiento adicional, debe realizarse sobre bases anuales y siempre que un nuevo riesgo es introducido al área de trabajo, no tratándose de un químico nuevo. Por ejemplo; si un solvente nuevo es llevado al área de trabajo, y cuenta con peligros similares a los químicos existentes, para los cuales ya se ha llevado a cabo un entrenamiento, entonces no se requiere un nuevo entrenamiento. Por supuesto, la hoja de datos de especificaciones de la sustancia, debe estar disponible, y el producto debe estar debidamente etiquetado.

Si el solvente introducido recientemente es en sospecha carcinógeno, y si nunca ha habido en esa área de trabajo riesgos carcinogénicos, entonces se tiene que conducir un entrenamiento nuevo de riesgos carcinogénicos, dentro de las áreas donde los operadores están expuestos a esto.

El proporcionar las hojas de datos al empleado para que las lea, no satisface la intención de normas con respecto al entrenamiento. El entrenamiento deber ser un fórum, para que las lea, no satisface la intención de normas con respecto al entrenamiento. El entrenamiento debe ser en fórum, para que se les explique a los operadores, no solamente los riesgos de los químicos en sus áreas de trabajo, sino también como usar la información generada de los programas de comunicación de riesgos. Este puede complementarse de diferentes maneras (audiovisuales, aula de instrucción, video interactivo) y debe incluir una oportunidad para que los operadores elaboren preguntas, a fin de asegurar que hayan comprendido la información presentada.

Programa escrito de comunicación de riesgos

Deberá desarrollarse, por escrito, un programa de comunicación de riesgos y usarse en todas las áreas de la planta que cuenten con químicos peligrosos. Este programa deberá estar disponible para los operadores y sus representantes designados.



Ilustración 7 Cuadro de colores e identificación de riesgo.

I.4. Descripción general de la planta de tratamiento de aguas residuales

I.4.1. Tren de tratamiento de agua

Pretratamiento

El agua residual es de origen sanitario con una concentración débil de materia orgánica y nutrientes, provenientes de oficinas administrativas, y tiendas de comercio llamadas PITS, es captada mediante un colector de polietileno de 6 pulgadas hacia una caja de registro que posteriormente se conduce a un tanque de recepción donde este mismo capta agua residual de las oficinas administrativas de la caseta, y después a un cárcamo de bombeo, en este mismo y por medio, de una bomba sumergible, el agua es enviada a la unidad de tratamiento biológico que se muestra en la figura 8.

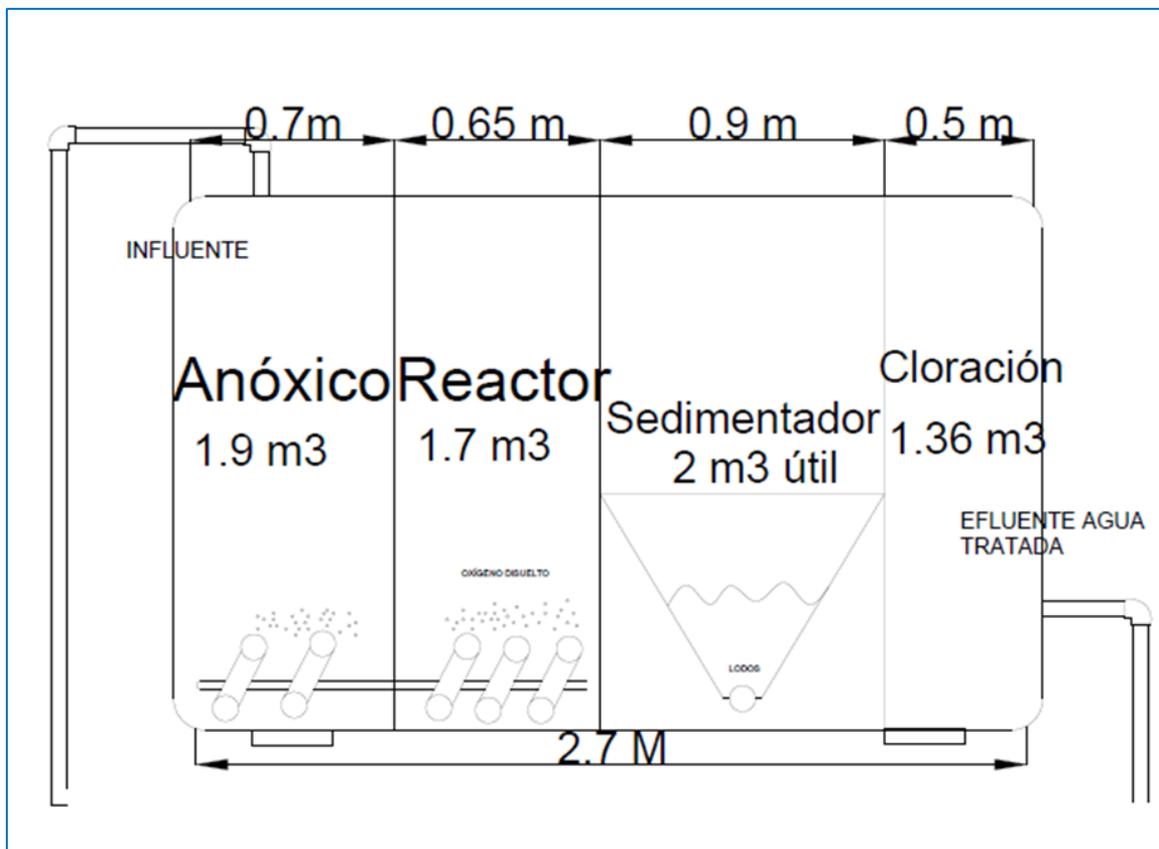


Ilustración 8 Unidad de tratamiento para aguas residuales.

Primera etapa de tratamiento

El influente proveniente del cárcamo de bombeo, ingresa por medio de tubería de PVC de 2 pulgadas de color verde, a la primera subunidad correspondiente a una etapa anóxica, donde el suministro de oxígeno es menor, aproximadamente de 0.5 mg/L esto con el fin de llevar a cabo un proceso de nitrificación-denitrificación.

La nitrificación.

La nitrificación es el primer paso en la eliminación del nitrógeno en las aguas residuales. Este proceso se puede llevar a cabo gracias a dos generos de bacterias nitrosomas y nitrobacter, encargadas de la oxidación del amoniaco en nitrito y posteriormente a nitrato.

Desnitrificación.

La desnitrificación es la segunda etapa de la eliminación del nitrógeno, mediante bacterias heterótrofas facultativas, que utilizan el carbono de la materia orgánica para la síntesis celular y fuente de energía, y que en ausencia de oxígeno utilizan el nitrato como aceptor de electrones, que, para oxidar el sustrato orgánico presente, toman el oxígeno ligado químicamente a los nitritos y nitratos, removiendo el nitrógeno del agua.

Segunda etapa de tratamiento

Posteriormente y por carga hidráulica, esta masa de agua será desplazada a la segunda etapa donde se encuentra el reactor aerobio, en donde el agua residual está en contacto directo con el oxígeno que llega por medio de unos difusores de burbuja fina a travez de 3 difusores de oxígeno de tipo tubo y con los microorganismos que se encuentran presentes en el reactor.

En el reactor de lodos activados se realiza una degradación biológica de la materia orgánica disuelta y suspendida en el agua residual, en este tanque también se tiene un crecimiento biológico de microorganismos contenido en el tanque cuyo función primordial es la de degradar la materia orgánica atravez de biomasa (microorganismos) estos son mezclados con ayuda de sistemas de aireación por difusión, además de inyectar oxígeno al agua para realizar las funciones de oxidación celular.

El metabolismo es el proceso bioquímico (reacciones de oxidación y reducción) que llevan a cabo los organismos vivientes para producir la energía que se utiliza en la síntesis, movimientos, respiración y en general para sobrevivir y reproducirse. En el organismo heterótrofo, que es el que tiene lugar en la generalidad de los procesos de tratamiento aerobio, la materia orgánica es el substrato utilizado como fuente de energía.

En el tanque de aeración se mezclan la materia orgánica, los microorganismos y el oxígeno disuelto; esta mezcla se conoce como licor mezclado. Una vez que la mezcla abandona el reactor entra en un sedimentador, en el cual se separa la biomasa del agua; la biomasa o lodo precipita hacia el fondo del sedimentador. Estos lodos se regresan al tanque de aeración para mantener una concentración determinada de microorganismos. Como la reproducción de microorganismos es muy alta, parte de ese lodo se tiene que desechar del sistema y tratarse para convertirlo en un residuo inocuo antes de su disposición final. Existen muchas variantes de este proceso, pero en esencia todas contienen estos cinco elementos. Las diferencias están dadas por la forma en la que se alimenta el agua residual, la manera en que se suministra.

Tercera etapa

En el tanque de sedimentación se efectúa la separación de la biomasa del licor mezclado. Los sólidos del licor mezclado se depositan en la parte inferior del tanque, con fondo inclinado hacia el centro para concentrar los lodos en una tolva. El agua clarificada, contendrá una baja concentración de SST. Los lodos sedimentados, se conducen por carga hidráulica al reactor biológico

Cuarta etapa

La cuarta y última etapa corresponde a la desinfección del agua proveniente del clarificado, esto con el fin de entregar una calidad de agua tal cual lo indica el marco normativo aplicable.

I.4.2 Procedimiento de Arranque y Pruebas

El proceso de arranque es de una sencillez extrema, por lo que en esta sección se consideran las estructuras y equipos que se juzgan los puntos más delicados o que requieren de un procedimiento especial de arranque.

No debe esperarse que el proceso biológico, así como el tanque sedimentador funcionen desde su arranque con la eficiencia de diseño, ya que se requiere un período de maduración para lograrlo, que a su vez depende de las características de la unidad de proceso, entre otros factores, pudiendo variar temperatura, características del agua residual y del desarrollo de la población microbiana este proceso puede durar de dos semanas hasta tres meses.

El arranque de la planta de tratamiento, y en general de cualquiera de las unidades de proceso que la integran, requiere efectuar la siguiente secuencia de actividades previas.

Para la alimentación de energía eléctrica del equipo, debe comprobarse que el panel de control del equipo se encuentra energizado, así como sus indicadores.

Los equipos cuentan con un selector "auto-fuera-manual". Utilice la posición "auto" para que el equipo sea gobernado mediante los aditamentos de control que tiene instalado. Si se coloca en "manual" tendrá que arrancarlo y pararlo usted mismo. La posición "fuera" indica que el equipo no puede ser operado y por lo tanto no funciona.

Como medida de seguridad para paros de emergencia de un motor, para desenergizar un equipo desde el CCM (centro de control de motores) y para prevenir un arranque accidental cuando se hace mantenimiento o reparaciones, se cuenta con un interruptor particular para cada equipo, cuya posición está en "cerrado" cuando opera, para pararlo se deberá poner el lector en la posición "fuera" y después el interruptor en "abierto".

Se deben tomar precauciones para que las bombas no trabajen en seco cuando se opere en la posición "manual". Las bombas pueden dañarse cuando se operan en seco.

La información con respecto a la operación interna y el mantenimiento de una pieza o equipo en particular, se debe consultar en el manual de operación y mantenimiento del fabricante correspondiente.

Previo al arranque de la planta se debe asegurarse que todas las tuberías, válvulas, motores, bombas y equipos han sido probados previamente y se encuentran preparadas y en posición para operación.

Revisiones previas a la puesta en marcha inicial

Previo a la puesta en marcha verificar lo enlistado a continuación:

- Los elementos de control y operación de la máquina
- El equipamiento de la máquina
- El principio de operación de la máquina
- El entorno inmediato de la máquina
- Los dispositivos de seguridad de la máquina
- Las medidas a tomar en caso de emergencia

Realizar los siguientes trabajos antes de cualquier puesta en marcha:

Revisar y asegurar que todos los dispositivos de seguridad están instalados y en condiciones de funcionamiento.

Revisar la máquina y eliminar inmediatamente cualquier daño encontrado o informar al personal de supervisión, ya que sólo está permitido poner en marcha la máquina estando en perfectas condiciones.

Reactor Biológico

En la presente sección se describe lo referente al proceso de lodos activados, es decir el reactor biológico que incluye los tanques anóxico y aerado.

El lodo activado está compuesto principalmente por bacterias, protozoarios y rotíferos que viven en el agua residual en la presencia de oxígeno disuelto. El lodo activado convierte las sustancias orgánicas que están en forma coloidal o disuelta en productos oxidados y flocs sedimentables. Este floc, ahora como lodo activado, se remueve del agua residual por medio de la sedimentación dejando un efluente de buena calidad. La acción biológica se efectúa en tanques aerados en donde los organismos se mantienen en un ambiente aeróbico mediante la introducción de oxígeno a una mezcla de agua residual y lodo activado. La sedimentación del floc se realiza en los clarificadores.

Ya que el agua cruda no contiene los organismos suficientes para la adecuada estabilización de materia orgánica presente en el agua residual, es necesario desarrollar

suficiente masa microbiana (lodo activado), distribuirla y mantenerla a través del agua residual para alcanzar el tratamiento de diseño.

El principal objetivo del proceso de arranque del reactor biológico es desarrollar el floc microbiano adecuado (lodo activado) lo más rápido posible. Este desarrollo resultará en un incremento en la reducción de la demanda biológica de oxígeno y una reducción en la carga de las aguas receptoras cuando el floc de lodo activado es sedimentado y removido en el sedimentador.

El proceso de arranque y estabilización del reactor biológico requiere una cuidadosa serie de pasos que demandan la observación continua del comportamiento del reactor biológico.

Actividades Previas al Arranque

Previo al arranque del reactor biológico es necesario verificar el funcionamiento de los equipos electromecánicos y de instrumentación y control, la capacidad hidráulica del reactor y la calidad del agua cruda.

Funcionamiento de Equipamiento Electromecánico

Para estar en condiciones de estabilización del reactor biológico se debe llevar a cabo la verificación del buen funcionamiento eléctrico y mecánico de los siguientes equipos de proceso.

- Bombas de agua pretratada
- Líneas de conducción de agua y aire, se debe verificar su hermeticidad
- Canales de conducción de agua cruda y agua pretratada
- Válvulas de las líneas de entrada y salida del reactor
- Soplador
- Equipo de difusión de aire

Soplador

Los sopladores o compresores de aire, suministran el aire necesario para mantener el suministro de oxígeno a los organismos del lodo activado en el compartimiento de aireación, cada soplador debe ser operado por lo menos 6 veces al día con 30 min de descanso. Las horas de operación de cada soplador deben ser registradas. Los sopladores deben ser lubricados rutinariamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante esto eliminará la posibilidad de corrosión en la cámara del soplador, debido a condensación de humedad.

Se debe realizar la inspección de los equipos anotando lo observado en la bitácora de operación y en las hojas de control y mantenimiento de cada equipo. En los casos en que se detecten problemas de funcionamiento del equipo deberá llenarse el reporte correspondiente, además de dar parte al encargado de la planta. Entre las actividades rutinarias se encuentra: engrasado de los baleros o rodamientos de sopladores y bombas;

revisión del nivel de aceite y su apariencia; llenado o cambio de aceite; y ajuste operativo de sellos mecánicos e hidráulicos, entre otras actividades.

Cabe destacar que es importante, que el operador aprenda a distinguir ruidos anormales que producen los sopladores cuando están en operación normal. Si se perciben ruidos anormales, se requiere inspeccionar para distinguir si es un problema del soplador, o es un problema de la instalación. En cuanto a ruidos anormales, también es recomendable juzgar si son normales o anormales, en el momento de la llegada a la planta.

Bomba de cloración.

Es un equipo accionado que succionan la solución clorada del tanque que lo contiene e inyecta esta solución mediante pulsaciones en la línea de impulsión del sistema de agua potable. Permite la regulación del caudal de dosificación de cloro en función a la dosis de cloro que demanda el caudal de bombeo del sistema de agua potable que ingresa al reservorio. En este tipo de bomba, la regulación se realiza utilizando las perillas de frecuencia y amplitud de succión, respectivamente. Comprende la bomba eléctrica y sus accesorios: manguera con una válvula de pie en la succión; un accesorio multifunción, al cual se conectan la manguera de purga y la manguera (tubillo) de inyección. Esta última constituye la conexión de salida de dosificación de cloro.

Las actividades a realizar para el cuidado y mantenimiento de este equipo son los siguientes:

- Leer el manual de operación.
- Comprobar el funcionamiento de la bomba dosificadora.
- Revisar la línea de cloración para evitar fugas o derrames

Funcionamiento de Equipamiento de Instrumentación y Control

Aunque no es indispensable para el arranque, es conveniente que los equipos de instrumentación y control del reactor se encuentren instalados y calibrados, ya listos para operar, esto facilitará el control del arranque del proceso de lodos activados.

Llenado de Unidades de Proceso y Verificación de la Capacidad Hidráulica

Antes de llenar el reactor biológico verifique lo siguiente:

- Los tanques están limpios, libres de basuras y objetos extraños.
- Asegúrese que los difusores de aire están perfectamente fijos a la estructura de soporte.

Es recomendable primero llenar con agua limpia el reactor para revisar su estanqueidad. Además, se debe verificar que el suministro de oxígeno sea el adecuado, para esto se debe observar detenidamente la agitación en la sección anaerobia y anóxica y la distribución del aire en la sección aerobia, los difusores deben trabajar

uniformemente, una vez comprobado su desempeño se inicia la introducción del agua residual al tanque.

Si es posible, el flujo de llenado del reactor debe ser el flujo promedio de diseño para verificar el buen funcionamiento hidráulico de todas las estructuras de proceso y posteriormente hacerlo a caudal pico durante una hora de operación del equipo de bombeo. En caso de observarse un comportamiento irregular con respecto al concepto de diseño en vertedores, tuberías, canaletas, se procederá a verificar que no exista obstrucciones en líneas canaletas y vertedores que provoquen el comportamiento irregular.

En caso de mantenerse algún tipo de problema proceder a las adecuaciones necesarias y posteriormente proceder a ejecutar las siguientes actividades.

Análisis de la Calidad del Agua Cruda y Verificación del Caudal Disponible

Es muy importante que antes de realizar el arranque del reactor se realice un análisis de la calidad del agua cruda, al menos de los siguientes parámetros: DBO soluble y DBO total, DQO, SSV, SST, nitrógeno total Kjeldahl, fósforo total y grasas y aceites, para que el encargado del arranque los compare con los valores de diseño y los tome en cuenta para los controles y ajustes de proceso que se deban efectuar.

Con los resultados del análisis de calidad del agua se puede obtener la relación de DBO/DQO, con esta relación se puede utilizar el parámetro de DQO como control de proceso y tener una medición más rápida de la eficiencia del proceso y de los parámetros de control de proceso, ya que los análisis de DQO son mucho más rápidos que los de DBO.

Además, es necesaria la medición del caudal disponible para el inicio de la operación de la planta, es posible que el arranque se realice con un caudal menor al de diseño.

Inicio de Operación y Estabilización del Reactor Biológico

Se procede al bombeo de agua pretratada con la finalidad de llenar todas las unidades de proceso del tren de agua. Una vez llenos de agua toda la unidad de proceso del tren de agua se procederá a arrancar el soplador para inyectar aire al reactor biológico y los difusores de tanques anaerobios y anóxicos, iniciando con esto formalmente la estabilización del sistema.

El arranque de un proceso de lodos activados puede realizarse de dos maneras, utilizando lodo de siembra o agua residual cruda para desarrollar la población de microorganismos necesarios expresados como sólidos suspendidos en el licor mezclado. El lodo de siembra es lodo activado otras plantas de tratamiento de aguas residuales con procesos de lodos activados.

En los primeros días de operación es de esperarse la generación de espuma en los reactores biológicos debido a la presencia de detergentes y jabones en el agua residual y a la baja concentración de biomasa en el reactor biológico. Este efecto se disminuye con la inoculación de lodo de siembra y/o la adición de algún producto químico antiespumante.

La generación de espuma puede mantenerse durante un periodo de hasta tres semanas si se opta por desarrollar la biomasa sin la siembra de lodos activados de otra planta, por lo anterior se optará por utilizar lodo activado de siembra y así facilitar el proceso de arranque del reactor.

Para la inoculación, se debe añadir el suficiente lodo activado al tanque aerado para que se cuente al menos con una concentración de 500 mg/L de SSLM.

Durante el arranque se debe utilizar una máxima aireación para mantener un contenido mínimo de oxígeno disuelto de 2 mg/L y para tener una

Actividades a Realizar en el Primer Día de Operación

Durante el primer día de operación, con el lodo de siembra aerado en el reactor, se recomienda introducir el agua residual con un caudal del 30% del caudal de diseño, este día se toma como el primer día del proceso de estabilización.

La operación en el primer día tiene por objetivo observar el desempeño de todos los equipos de proceso del tren de agua y verificar el buen funcionamiento. El operador deberá vigilar que en la zona del reactor biológico no se generen malos olores ya que esto sería un indicativo de un mal funcionamiento en el sistema de difusión de aire. Se debe monitorear la concentración de oxígeno disuelto (OD), el cual deberá presentar concentraciones superiores a 2 mg/L.

Reactor biológico. - El objetivo de la inoculación de lodo de siembra al reactor y de mantener un caudal bajo en el influente es generar una población heterogénea de microorganismos aerobios suficiente para degradar la carga orgánica en el agua cruda, para ello se requiere la mayor cantidad disponible de aireación, para dar a los microorganismos la oportunidad de crecer, multiplicarse y obtener las características deseables de sedimentación.

Análisis de resultados de oxígeno disuelto. - Si en el medidor de OD en el reactor se observa un valor menor de 1 mg/L, aumente el suministro de aire; si es mayor de 3 mg/L disminuya el suministro de aire, pero no al grado que el reactor pierda mezclado.

Durante este día es posible tener OD en exceso debido a que la cantidad de microorganismos es pobre.

Frecuencia. - Verificar el OD cada dos horas hasta que se establezca un patrón constante en el reactor, sin embargo, puede haber variaciones diarias de flujo produciendo diferentes demandas de oxígeno.

Hasta que no se establezca el sistema, el operador puede diferenciar cuándo se tiene poco o mucho OD en el reactor.

Recuerde:

Normalmente hay exceso de OD en las primeras horas de la mañana cuando la carga del influente es baja, y al medio día y por las tardes se reduce al incrementarse la carga orgánica e hidráulica.

Actividades a Realizar Durante las Dos Primeras Semanas de Operación

Si no se observa ningún indicador de deterioro del proceso, se deben hacer incrementos en el caudal del 10% hasta llegar al caudal promedio de diseño, esto permitirá que el proceso de tratamiento produzca un efluente de calidad mientras la concentración de SSLM va aumentando. Se debe cuidar la concentración de oxígeno disuelto en el reactor biológico o bien que exista una difusión adecuada de aire en el reactor. En caso de existir una alta presencia de espuma se recomienda o bien bajar el nivel del agua en el reactor biológico o la siembra de lodos activados de otra planta.

Durante el arranque NO se debe purgar nada de lodo, la tasa recirculación de lodo debe ser tal que no permita que se desarrolle un manto de lodo en el sedimentador-clarificador. Este procedimiento asegurará la cantidad máxima de organismos disponibles, mientras que el lodo activado es recirculado al tanque de aereación.

En una probeta graduada de 1000 mL tome una muestra del licor mezclado del reactor biológico y efectúe una prueba de sedimentabilidad de 60 minutos. Si es posible, use una probeta de 2000 mL. Observe la sedimentación del lodo durante los 60 minutos; en los primeros minutos se iniciará la formación de partículas muy finas de color café grisáceo, las cuales permanecerán suspendidas y bajarán muy lentamente y otras permanecerán en suspensión. Los resultados de todas las pruebas deben registrarse en la bitácora de operación.

Después de una hora existirá una pequeña cantidad de partículas sedimentadas (10 a 20 mL), la mayor parte estarán en suspensión. Lo anterior indica que el reactor se está estabilizando, pero se requiere un mayor volumen de sólidos para lograr un tratamiento eficiente.

El volumen óptimo que reflejan las buenas condiciones de operación está entre el límite de 200 a 500 mL sedimentados, aunque este valor debe ser tal que permita la calidad esperada en el efluente tratado.

La estabilización del reactor biológico es moderadamente compleja, por lo que su operación debe asegurar la generación de biomasa deseada.

En los sistemas de tratamiento, la observación de la coloración y apariencia del agua proporciona datos importantes sobre las condiciones generales del proceso, un cambio de estos puede pronosticar un cambio en el comportamiento del sistema.

Así, una variación en la coloración y apariencia del agua en los tanques y efluentes puede ser causada por la presencia de diferentes tipos de microorganismos o por variaciones en la carga orgánica, carga de sólidos, temperatura, pH, intensidad de la luz y volumen del líquido entre otros.

Olor

Se debe prestar atención a la aparición o cambio en el olor del agua en los diversos tanques, ya que esto indica que se está produciendo un cambio en el funcionamiento del sistema y debe investigarse lo antes posible su causa.

La emisión de malos olores normalmente es causada por: sobrecarga en el tanque, aumento repentino en la carga orgánica, cambios en la composición del agua residual, desarrollo de condiciones anaerobias, etc. Los olores desagradables pueden provenir de los depósitos de lodo flotante y del agua en condiciones sépticas.

Otro aspecto que se debe considerar es la transparencia del líquido en los tanques sedimentadores secundarios, ya que ofrece una indicación relativa de las concentraciones de SST y por lo tanto de la eficiencia del proceso biológico y de la sedimentación misma.

En este punto de la estabilización se espera que la espuma se mantenga a niveles adecuados y permita la operación normal.

Se deberá incrementar el caudal de agua residual cruda al sistema en la medida que la espuma esté controlada, adicionalmente aplique los siguientes dos controles al sistema:

Mantenga la concentración de OD >1.0 y <3.0 mg/L. El valor óptimo es 2.0 mg/L.

Conserve una tasa de recirculación de lodo entre el 50 y 100 %. Preferentemente el 100% solamente durante el tiempo que se ingresa agua residual a la planta.

Si la concentración de sólidos en el reactor biológico es superior a los 80 mL/L, se requiere iniciar

el programa de muestreo y análisis de laboratorio, registrando los resultados obtenidos, ya que en un futuro los podrá requerir cuando imperen condiciones similares, tanto en la calidad del agua que se está tratando como en los parámetros de control del proceso de tratamiento. Los parámetros por analizar y su frecuencia de monitoreo se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2 *Parámetros y su frecuencia de monitoreo*

Parámetro	Sitio de Muestreo	Frecuencia
Caudal	Influente al reactor aerobio	Cada 2 horas
Prueba de sedimentabilidad de 30 minutos	Recirculación de lodos	Cada 8 horas
Oxígeno disuelto	Reactor biológico	Cada 20 horas
Sólidos sedimentables	Efluente del reactor	Cada 24 horas
Sólidos suspendidos	En el licor mezclado	Cada 24 horas
	Efluente del sedimentador secundario	Cada 24 horas
Prueba de sedimentabilidad de 30 minutos	Efluente del reactor	Cada 8 horas
Análisis microscópico	Al licor mezclado del reactor	Cada 12 horas
Temperatura	Influente al reactor aerobio	Cada 24 horas
	En el reactor	Cada 24 horas
	Efluente final	Cada 24 horas

Parámetro	Sitio de Muestreo	Frecuencia
pH	Influente al reactor aerobio	Cada 24 horas
Lectura de flujos	Recirculación de lodos	Cada 8 horas

En caso de presentarse concentraciones de sólidos en el reactor biológico superiores a 80 mL/L se recomienda llevar a cabo pruebas de DQO al influente y efluente de la planta una vez cada 24 horas.

Nota:

La determinación de la DQO permite conocer rápidamente las condiciones del proceso de lodos activados, sus resultados se obtienen en 3 a 4 horas en lugar de los 5 días que requiere la determinación de la DBO₅. Sin embargo, es necesario conocer la relación que existe entre DQO/DBO₅, para saber indirectamente esta última, por esta razón se recomienda hacer análisis previos al agua residual cruda ya que es recomendable usar la DQO como parámetro de control del sistema.

Tabla 3 Observaciones diarias en el proceso

Lugar	Observación
Influente	Color y olor del agua
Cárcamo de recirculación de lodos	Olor y color
Reactor biológico	Tipo de espuma, olor y color del licor mezclado
Sedimentador secundario	Olor y color del agua y tipo de sólidos flotantes
Bombas y motores	Ruidos, temperatura, vibración y amperaje anormales

El operador debe oler, oír, observar y tocar con frecuencia los equipos y el proceso, lo que ayuda a diagnosticar lo que opera bien, lo que está fallando o prever lo que puede pasar.

Sea precavido con equipos calientes y en movimiento.

Recomendaciones:

Trate de retener la mayor parte de los microorganismos aerobios incrementando la recirculación de lodos.

Durante esta etapa no intente operar la planta a su máxima capacidad, ya que esto restará la formación del lodo activado al reducir el tiempo de permanencia en el sistema.

Actividades a Realizar Durante la Tercera Semana de Operación

En la tercera semana de operación la planta ya puede producir un efluente relativamente claro.

Debe verificar minuciosamente la formación de sólidos en el reactor con la prueba de sedimentabilidad de 60 minutos, que indicará las características de floculación, sedimentación y captación del lodo, así como la cantidad de lodo que debe recircularse.

Debe hacer el muestreo de agua, licor mezclado o lodos, en el mismo lugar, a la misma hora y en conjunto con el resto de las muestras; el objetivo es tener siempre el mismo punto de referencia para determinar la concentración y efectuar el balance necesario entre los parámetros de control.

Determine mediante cálculo el flujo de recirculación del lodo activado. Los resultados de la prueba de sedimentabilidad ayudan a estimar cuando el flujo de recirculación es alto y bajo.

Es posible que sea necesario mantener la recirculación de lodo al 100 % durante 15 días o más hasta que el licor mezclado tenga la cantidad de sólidos de la prueba de sedimentabilidad o la calidad necesaria del agua en el efluente.

Si en la tercera semana aún no se produce la calidad del efluente esperado, será necesario continuar con las actividades de las dos primeras semanas, hasta lograr la calidad deseada. Los cálculos a efectuar con los resultados de laboratorio proporcionarán paso a paso la ruta a seguir hasta lograr la operación estable y continua.

Los valores de los parámetros de control que produzcan agua con la calidad deseada, serán los que el operador de la planta debe conservar como óptimos.

Cada uno de los parámetros de control llegará a un valor en que requerirá ajustes mínimos. Estos valores pueden tener variaciones diarias, seguramente no mayores del 10 % de los valores medios obtenidos.

Conforme al crecimiento de la biomasa en el reactor se deberá adicionar agua residual al reactor biológico, deberá cuidarse que no exista espuma excesiva en el reactor biológico ya que este es un indicador de que el agua residual alimentada es suficiente para la cantidad de biomasa presente en el reactor.

Cuando el reactor biológico ha sido estabilizado, se tiene ya un lodo activado de buena calidad, el cual sedimentará rápidamente dejando un sobrenadante claro y sin olor. El floc debe ser granular con los bordes bien definidos, de color café dorado y con olor a humedad.

Una vez que se observen las condiciones anteriores es necesario hacer un análisis de DBO y nitratos en el efluente clarificado, si la concentración de DBO es menor a 30 mg/L y la concentración de nitratos es mayor a 50 mg/L, se iniciará la recirculación interna.

Una vez alcanzada la concentración de 150 mL/L de sólidos sedimentables en el reactor biológico se procederá a la rutina de operación normal y el inicio de la operación normal de la planta incluyendo el tren de lodos.

Debido a que los microorganismos necesarios para la denitrificación tienen una tasa de crecimiento más lenta, tardará más en obtenerse la concentración de diseño de nitrógeno en el efluente.

Para iniciar la purga de lodo debe permitir que se acumule un manto de lodos en el sedimentador de aproximadamente 30 cm, y además calcular la tasa de purga necesaria.

Tanque de desinfección contacto de cloro

Se debe asegurar el suministro de hipoclorito de sodio al 13 %.

Mantener el limpio el tanque de contacto de cloro

Asentar en bitácora diariamente los niveles de dosificación de cloro.

Se debe prestar atención a la aparición o cambio en el olor del agua en los diversos tanques, ya que esto indica que se está produciendo un cambio en el funcionamiento del sistema y debe investigarse lo antes posible su causa.

La emisión de malos olores normalmente es causada por: sobrecarga en el tanque, aumento repentino en la carga orgánica, cambios en la composición del agua residual, desarrollo de condiciones anaerobias, etc. Los olores desagradables pueden provenir de los depósitos de lodo flotante y del agua en condiciones sépticas. Otro aspecto que se debe considerar es la transparencia del líquido en las lagunas de estabilización, ya que

ofrece una indicación relativa de las concentraciones de SST y por lo tanto de la eficiencia del proceso biológico y de la sedimentación misma.

I.5.Procedimiento de operación normal

El proceso de tratamiento de la PTAR es moderadamente complejo, por lo que su operación y mantenimiento también lo son; debiendo asegurar la ejecución de las actividades indicadas en esta sección que producir en efluente con las características de calidad deseadas.

I.5.1. Muestreo

Es uno de los aspectos básicos más importantes en el conocimiento y la gestión de la calidad del agua. Se requiere dar respuesta a tres preguntas fundamentales:

1. ¿Dónde se deben tomar las muestras?
2. ¿Cómo se pueden obtener muestras representativas?
3. ¿Qué métodos de preservación y análisis se requieren para obtener datos precisos y confiables?

El muestreo es el primer paso para desarrollar una base de datos para monitoreo del comportamiento o para controlar el proceso en una planta de tratamiento. Una vez que la muestra ha sido colectada, debe ser preservada y manejada en forma apropiada. Los análisis que se efectúen en campo, a la hora en que se toma la muestra, o en el laboratorio proporcionan la información de base que permitirá conocer la calidad de agua cruda influente, la calidad alcanzada en cada paso de tratamiento y la calidad del efluente final.

El muestreo es una parte fundamental de la operación de cualquier sistema de tratamiento y debe estar previsto en el diseño físico de la planta.

Tipos de Muestras

La selección del tipo de muestra que deberá recolectarse será función de la información que se busque, del proceso unitario que se muestrea, de los análisis a realizar, de la legislación vigente, de la naturaleza del flujo del agua residual continuo o

intermitente y de la variabilidad de los componentes en las aguas residuales. Se consideran dos tipos generales de muestras: a) puntuales o instantáneas y b) compuestas.

Muestras Puntuales

Una muestra puntual (muestra discreta individual) es aquella en la que todo el material de la muestra se colecta al mismo tiempo. Las muestras puntuales se requieren para ciertas determinaciones que deben efectuarse tan pronto como se colecta la muestra, tales como: pH, cloro residual, oxígeno disuelto, temperatura, grasas y aceites, coliformes totales y fecales. Permiten conocer el valor de un parámetro determinado en un sitio específico y a una hora determinada.

Muestras Compuestas

Una muestra compuesta es la combinación de un número de muestras individuales colectadas en un período de tiempo y permiten determinar el valor promedio del parámetro medido en dicho período. La muestra compuesta puede ser:

1. De volumen fijo. El intervalo de tiempo y el tamaño de las muestras se mantienen constantes. Puede aplicarse cuando la variación del caudal del agua residual no es mayor de 15% del caudal medio. Para calcular el volumen de las muestras individuales debe determinarse: el intervalo de tiempo y el tamaño requerido de la muestra.
2. Proporcional al caudal. Generalmente se especifica en el permiso de descarga y es más representativa que la de volumen fijo cuando hay amplias fluctuaciones en caudal y concentración. En este caso se obtiene un volumen de muestra proporcional al caudal instantáneo al momento de la toma, en volúmenes redondeados, se prepara la muestra compuesta y se desecha el agua residual o tratada sobrante.

El volumen de cada muestra simple necesario para formar la muestra compuesta se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VMS_i = VMC \cdot (Q_i / Q_t)$$

Donde:

VMS_i = 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.

Q_i = Caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, litros por segundo (L/s)

Q_t = Q_i hasta Q_n, L/s.

La frecuencia de muestreo se realiza de acuerdo a la tabla 1 de la NOM-001-

SEMARNAT-1996, la cual se incluye en este manual como en la tabla 4.

Tabla 4 Frecuencia de muestreo (NOM-001-SEMARNAT-1996)

Horas por Día que Opera el Proceso Generador de la Descarga	Número de Muestras Simples	Intervalo Muestras (Horas) Mínimo N.E.	Entre Toma de Simples (Horas) 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

Preservación y Manejo de Muestras

Entre el tiempo de colecta de una muestra y su análisis pueden ocurrir cambios físicos, químicos y biológicos que alteran la composición de la muestra. Las muestras deben manejarse de tal forma que estos cambios sean mínimos además de evitarse la contaminación externa. La refrigeración, el ajuste de pH y la adición de sustancias químicas son los métodos que se recomiendan para la preservación de muestras.

Refrigeración

La actividad biológica se da en función de la temperatura, por lo que se recomienda conservar la muestra a baja temperatura (cerca a 4°C) para disminuir la actividad biológica y conservar la muestra inalterada. En forma similar, la refrigeración influye en la velocidad de las reacciones químicas y la fuga de gases disueltos. La refrigeración a temperaturas inferiores a 0°C es un método efectivo de preservación a largo plazo; pero sólo es aplicable para algunos parámetros.

Ajuste de pH

La adición de ácidos es un método común para disminuir tanto la actividad química como la biológica. Se agrega ácido sulfúrico (H₂SO₄) a una muestra para interrumpir la actividad biológica por ejemplo para análisis de DQO.

La adición de ácido sulfúrico en combinación con la refrigeración se utiliza para preservar muestras para análisis de grasas y aceites. El ácido nítrico se utiliza para evitar la precipitación de rastros de metales u su adsorción sobre las paredes del recipiente. Sin embargo, también se disuelve materia particulada y por tanto debe evitarse si se desea determinar contenido de sólidos en suspensión.

I.5.2. Bitácoras de control de procesos

Registro de entrada y salida de operadores

Registros de caudal

Registro de determinaciones de campo; pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad, color, turbiedad, entre otros.

Registro de parámetros de control; velocidad de sedimentación, sólidos suspendidos totales y volátiles, demanda química y bioquímica de oxígeno, nutrientes, grasas y aceites, índice volumétrico de lodos, tasa de respiración, entre otros.

Paro y arranque o en operación de equipos electromecánicos; bombas, sopladores, aeradores, etc.

EJEMPLOS

FORMATOS DE OPERACIÓN DE RECEPCIÓN DE AGUA RESIDUAL

Operador: _____

Fecha: _____

Determinación del gasto de entrada (L/s)							
01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00
09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00

I.6. Mantenimiento de los equipos e instrumentos.

Se entiende por mantenimiento del sistema de tratamiento, la conservación de las unidades construidas y equipo para asegurar su funcionamiento continuo en condiciones óptimas de rendimiento.

Para la mejor comprensión y aprovechamiento de esta sección, es importante leer cuidadosamente las secciones relativas al arranque y operación normal del sistema, ya que ahí se mencionan puntos importantes de la operación normal de los diferentes equipos que forman el sistema de tratamiento.

Existen dos tipos de mantenimiento:

I.6.1 Mantenimiento Preventivo.

Es el mantenimiento que se realiza para conservar en buen estado las instalaciones y equipo de la planta; asegurando su buen funcionamiento y alargando su vida útil. Consiste en la ejecución de rutinas de trabajo que se realizan con mayor o menor frecuencia para prevenir desperfectos.

Los dispositivos que requieren inspección y mantenimiento continuo (por lo menos una vez al día) son: rejillas, desarenadores, vertedores, compuertas, estructuras de interconexión, de entrada y salida; asimismo, se deben verificar las condiciones superficiales del tanque y la revisión de la profundidad de los lodos de los tanques sedimentadores.

Por otra parte, existen actividades de mantenimiento que se realizan en periodos más largos de tiempo, como pueden ser semanas, meses o años. En estas se incluyen la reparación de bombas, compuertas, cercas y señales, pintura de elementos afectados por la corrosión, conservación de las estructuras, entre otras.

I.6.2 Mantenimiento Correctivo.

Consiste en la reparación inmediata de cualquier daño que sufran los equipos e instalaciones.

Debido a que existe equipo que requiere reparación especializada, el operador deberá contar con un directorio que le permita contactar con el personal capacitado para ello.

Instrumentos y Materiales Necesarios para el Mantenimiento del Sistema

El mantenimiento de los tanques, y áreas exteriores requiere de un mínimo de equipo, herramientas de mano y materiales, entre ellos se puede nombrar:

Picos, palas y un par de carretillas; equipo para corte de pasto y maleza - mecánico y manual-, podadora, machete, azadón, rastrillo y biello; cedazo manual para el retiro de sólidos flotantes; herramienta de carpintería: serrotes, martillo de oreja, cepillo, escofina, etc.; herramienta de plomería y mecánico: soplete, llaves diversas, cortador de tubo, guías de desazolve, desarmadores, taladro, brocas, martillo de bola, alicates, cinta métrica, etc.

Por otra parte, también se requiere de material de limpieza como: cubetas, cepillos o escobas, jergas, detergente, etc.

Ropa de trabajo y equipo de protección para el personal: Overol, botas, mangas e impermeable, casco y gorra, guantes de hule y de carnaza, linternas de mano.

I.6.3 Mantenimiento de la Planta de Tratamiento en General y Caminos de Acceso

Los caminos de acceso y zonas adyacentes a la planta de tratamiento deben mantenerse libres de maleza, ya que esta favorece la proliferación de mosquitos y otro tipo de insectos. Además, esto es importante para que la planta presente un aspecto agradable para la comunidad.

No permita que se planten árboles o arbustos en zonas cercanas a estructuras o líneas de proceso o en los terraplenes de los mismos, ya que sus raíces son profundas y pueden ocasionar fugas. Cuando tenga necesidad de retirarlos hágalo cuidadosamente.

El pasto debe podarse regularmente y mantenerse a una altura de 10 cm o menos. Utilice podadora eléctrica cuando los recursos lo permitan, de lo contrario utilice una podadora manual.

Es importante mantener la malla perimetral en buen estado y así evitar la entrada de animales y personas ajenas a la planta.

Mantenimiento de Estructuras de Entrada, Salida, Interconexión y Medición de Flujo

Todas las estructuras de entrada, salida e interconexión deben ser limpiadas diariamente para evitar el mal funcionamiento de la planta. Dependiendo de la forma de la estructura, será conveniente el uso de uno u otro instrumento de limpieza.

En caso de tuberías, se utiliza un equipo para desazolve manual, el cual tiene un tirabuzón que engancha el material que está tapando la tubería y permite que sea retirado.

Los vertederos, canales, compuertas y estructuras especiales como son los deflectores de espuma y mamparas, deben ser limpiados con la ayuda de cepillos mango largo.

Para las válvulas de cuatro pulgadas en adelante se recomienda un mantenimiento preventivo cada seis meses, que consiste en cambiar los estoperos y verificar que el prensa-estopa no presente fugas.

Registro del Caudal del Agua

Para conocer el gasto de agua que ingresa a la PTAR se puede medir en línea en una tubería, en un canal, o bien en algún vertedor. Si la medición es en alguna tubería se pueden utilizar diferentes métodos, como un tubo pitot, un dispositivo annubar, o bien una placa de orificio. Estos dispositivos se rigen por la pérdida de carga a través de ellos que es función del caudal que pasa en la tubería. Además, existen los dispositivos mecánicos, tales como los medidores de hélice que se mueven dependiendo del caudal, o bien los medidores magnéticos los cuales utilizan el efecto doppler para efectuar la medición. Si se mide a través de un vertedor, se mide con una regla la distancia entre la cresta del vertedor o garganta del canal de medición y la altura del agua que sobre él

vierte. A este valor se denomina tirante, el cual permite, con auxilio de una tabla o ecuación, determinar el gasto.

Mantenimiento Preventivo de Estaciones de Bombeo

Los cárcamos de bombeo deben ser inspeccionados cuando menos cada año; todas las partes de metal y concreto que estén en contacto con el agua residual deberán tener una capa de pintura anticorrosiva, la cual debe aplicarse cuando sea necesario, de la misma manera todas las estructuras en la estación de bombeo, cuando realice alguna reparación al equipo de bombeo, póngale sus guardacoples y limpie perfectamente el área.

Revise que no haya lloraderos en el cárcamo seco y cerciórese que las bombas de achique funcionan al nivel que se requiere que operen, véanse también los párrafos de motores y bombas.

Motores

Los motores deben ser lubricados después de 2000 horas de operación o en el período marcado por el fabricante. El motor tiene que ser detenido cuando empiece a eliminar la grasa. Remueva el tapón del orificio de alimentación de grasa y tapones de los drenes. Destape el dren de cualquier grasa cura, agregue grasa nueva a través del orificio de alimentación hasta que empiece a salir por el orificio del dren. Arranque el motor y permita que opere por 15 minutos, para eliminar el exceso de grasa. Pare el motor e instale los tapones de los orificios de llenado y dren.

Después de cinco años de operación, el embobinado del motor puede tender a deteriorarse debido a la humedad y al calor. Mándelo revisar y reparar a un taller de servicio autorizado.

Bombas

Las bombas deben ser lubricadas estrictamente bajo las recomendaciones del fabricante, no utilice lubricantes baratos de baja calidad. Revise la alineación de la flecha de la bomba con la flecha del motor (hágalo periódicamente), esto alargará la vida de los baleros del motor y de la bomba. Los baleros deben ser lubricados cada 500 horas operación, dependiendo de las condiciones del servicio.

NOTA: Se hace más daño a los baleros cuando se sobrelubrican que cuando les falta un poco de lubricante. Asegúrese que no dejar grasa ni aceite en el piso.

Consideraciones generales:

1. Las siguientes consideraciones de operación aplican para el sistema de bombeo del cárcamo de aguas crudas:
2. Cheque periódicamente el nivel del agua en el cárcamo, con mayor frecuencia cuando altos flujos son esperados.

3. Registre el tiempo de operación del sistema durante un periodo determinado y cheque el funcionamiento similar de las diferentes bombas durante el periodo seleccionado.
4. Compruebe los interruptores en el panel de control para asegurar su apropiada posición.
5. Confirme periódicamente que las válvulas se encuentren en la posición adecuada.
6. Asegurarse que no haya ruidos inusuales en las bombas.
7. Al menos una vez por semana bombee manualmente el fondo del cárcamo para remover los sedimentos que pudieran ocasionar taponamientos en las bombas.

Operando a capacidad reducida:

Precaución, no opere la bomba abajo de la capacidad mínima de flujo o con la válvula de descarga cerrada. Estas condiciones pueden rápidamente avanzar la bomba a fallas.

Los daños ocurren básicamente por las siguientes causas:

1. Incremento en los niveles de vibración, afectando baleros, prensa-estopas, y sellos mecánicos.
2. Incremento en los empujes radiales: Esfuerzos sobre la flecha y baleros.
3. Crecimiento de calor: Vaporización causando partes rotativas a marcarse o trincarse.
4. Cavitación: Daño a las superficies internas de la bomba.

Advertencias: Si los pasos libres de operación han crecido debido al uso, un apretamiento puede no presentarse, continuar la operación bajo estas condiciones puede crear un peligro de explosión debido a vapores confinados bajo alta presión y temperatura.

I.6.4 Operación y Mantenimiento del Equipo Eléctrico

La finalidad de la elaboración del presente manual es indicar los parámetros o reglas mínimas a aplicar con el objeto de mantener en operación adecuada las instalaciones y equipos eléctricos que conforman las instalaciones de la planta de tratamiento.

Debido a la magnitud de las instalaciones, materiales y equipos eléctricos instalados, y con el fin de evitar accidentes al personal o a los equipos debidos a fenómenos eléctricos, falta de mantenimiento o descomposturas del equipo eléctrico, es de suma importancia recordar al personal de operación y al personal administrativo responsable de la operación de la planta de tratamiento que, en la medida de lo posible, es necesario mantener las instalaciones dentro de los parámetros que dicta la norma vigente a nivel nacional NOM-001-SEDE-1999, así como de los reglamentos de

instalaciones eléctricas de la industria o estatales vigentes en el área de la construcción de la planta de tratamiento.

Características del Personal de Operación

La práctica común de una planta de tratamiento es que en este tipo de instalaciones, debido a la carga de trabajo a efectuar y a la cantidad de equipos eléctricos existentes, es necesaria la existencia de al menos 1 técnico especializado por turno. Estos técnicos deberán realizar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo a los diversos equipos de proceso y sistemas que componen la planta.

El perfil del personal de operación debe ser tal que tenga las habilidades y conocimientos técnicos mínimos para realizar preferentemente las labores de operación, limpieza y mantenimiento preventivo-correctivo de los diversos equipos instalados en las plantas de tratamiento, tanto en el área mecánica como en el área eléctrica.

Una de las labores del operador es observar los distintos equipos electromecánicos, como son: equipos de bombeo, mecanismos con rastras de sedimentación, equipo para desaguado de lodos, bombas dosificadoras, sistemas de desinfección, entre otros. Esto último, con el objeto de conocer las causas de las fallas y los mecanismos de reparación para mantener condiciones óptimas de operación durante las 24 hrs del día, o bien de acuerdo a los parámetros de operación según las necesidades de la industria o municipio.

Otra de las labores del operador es realizar los trabajos necesarios como ajustar, lubricar, intercambiar partes desgastadas, e informar cuando los equipos están en malas condiciones de operación, debido a fallas mecánicas, eléctricas o falta de mantenimiento.

El perfil del personal encargado del área eléctrica debe ser:

Técnico mecánico electricista. - Es el responsable de la operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de la totalidad de los equipos instalados en la planta de tratamiento. Asimismo, debe conocer el proceso de tratamiento del agua, los lineamientos y políticas de operación.

El técnico mecánico electricista supervisará al personal a su cargo, realizando reuniones periódicas con el objeto de conocer los motivos de las fallas más comunes y las necesidades de mejora u optimización de los equipos en la planta de tratamiento. El técnico mecánico electricista será el encargado de realizar los trabajos de mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo, ampliaciones, modificaciones, o reemplazo de equipos.

También será el encargado de analizar los valores de consumos de energía eléctrica y valores de operación de los distintos equipos instalados, y deberá informar al gerente de la planta las deficiencias o posibles mejoras a los equipos de la planta de

tratamiento con el objeto de minimizar o ahorrar energía sin afectar la eficiencia de remoción o tratamiento del agua a tratar.

Información Técnica para Operadores

Es necesario que el personal de operación tenga en su poder y de fácil acceso la documentación de consulta enlistada a continuación, para facilitar, agilizar y asegurar las labores de operación y mantenimiento de los distintos equipos eléctricos instalados.

Tabla 5 Documentación de consulta para operador

Partida	Descripción de la Información
1	Planos de obra eléctrica terminada.
2	Memoria de cálculo y descriptiva de las instalaciones eléctricas.
3	Listado de equipos electromecánicos instalados.
4	Características de operación de equipos electromecánicos instalados.
5	Listado de periodos de vigencia de garantías de equipos nuevos instalados, anexando factura de compra del proveedor, certificación de calidad ante ANCE.
6	Manuales de operación y mantenimiento de la totalidad de los equipos eléctricos instalados.
7	Reportes de pruebas de recepción de equipos durante la construcción.

Programa de Mantenimiento

El listado de actividades de operación y mantenimiento que se indica en los cuadros, se enuncia tentativamente, una vez que el responsable de la planta ha determinado el número de actividades y la frecuencia en que deberán realizarse para las instalaciones específicas a su cargo, podrá hacer un listado real del programa de actividades y frecuencia del mantenimiento que cada operador debe realizar y reportar.

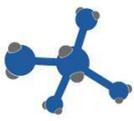
Para asegurar su seguimiento deberá llevarse una bitácora de actividades con llenado y entrega de informes a la supervisión. Esto permitirá al superior asegurarse del estado, funcionamiento y eficiencia de las instalaciones, permitiendo la toma de decisiones en ajuste de procesos y reparaciones mayores. El operador deberá conservar una copia de la bitácora y los informes rendidos.

Se entiende por bitácora un breve relato de sucesos y actividades no previstas en los informes diarios, se llevará sobre un cuaderno, con entradas diarias indicando al menos la hora de entrada y salida de cada operador, sucesos acontecidos o un simple informe de "operación normal" o "sin novedad". La bitácora puede contener el reporte de visitas, recepción de instrucciones y equipo, materiales, etc.

La conservación de estos reportes y la bitácora es de vital importancia para realizar una evaluación del sistema de tratamiento, por lo que es responsabilidad del operador mantenerlos en buenas condiciones y en un lugar seguro. Inspeccione el estado de las instalaciones, lleve a cabo las tareas de mantenimiento correctivo y llene el reporte indicado para cada actividad.

Tabla 6 Registro de frecuencia de la realización de las actividades de operación y mantenimiento

Actividades	Diario	Semana	Mes	Como sea Necesario
Caminos de Acceso y Zonas Adyacentes				
Revisión de las condiciones del camino de acceso				X
Reparación y pintura de señales y malla perimetral				X
Sistema de Tratamiento				
Inspección de las estructuras de entrada				
Limpieza de las estructuras de entrada				X



Actividades	Diario	Semana	Mes	Como sea Necesario
Verificación del nivel del agua de los tanque				
Corrección del nivel de operación de los tanques				X
Revisión de condiciones superficiales de los tanques				
Inspección del color del tanque				
Remoción de natas y/o espuma				X
Remoción de lodos superficiales				X
Control de insectos				X
Inspección de las estructuras de interconexión				
Limpieza de las estructuras de interconexión				X
Inspección de las estructuras de salida.				
Limpieza de las estructuras de salida				X
Cálculo del gasto del efluente				
Calculo del Tiempo de Retención Hidráulico (TRH)				X

Actividades	Diario	Semana	Mes	Como sea Necesario
Corrección de TRH de los tanques				X

Atención a Fallas Comunes

A continuación, se presentan varios cuadros que permiten de manera rápida hacer una evaluación y reparación de las fallas más frecuentes en los principales procesos y equipos que integran la planta de tratamiento.

Pretratamiento

Indicadores / Observaciones	Probable Causa	Inspeccionar	Soluciones
Olores pestilentes, moscas y otros insectos	Acumulación de trapos y desechos	Método y frecuencia de remoción de desechos	Aumente la frecuencia de remoción y disponga en instalaciones para disposición autorizadas.

Proceso de Lodos Activados

La siguiente guía indica algunos de los problemas que pueden ocurrir en el proceso. Es imposible mencionar cada problema que pueda ocurrir en esta área, de cualquier manera, a través de la experiencia el operador debe anotar sus observaciones, su causa y la solución en la bitácora de operación, así los demás trabajadores pueden estar alertas del problema por si ocurriera una vez más.

Hay muchas variables que el operador puede emplear ó improvisar en el desempeño del sistema de lodos activados. El operador debe estar en capacitación constante y mantenerse actualizado en su área.

Problemas Operacionales

Los siguientes son los problemas operacionales que se presentan comúnmente en el proceso. Estos se clasifican por las condiciones que el operador observe en el reactor y en el sedimentador.

Problemas en el Reactor Biológico Aerobio:

1. En sistemas de aereación
2. En espumas

Problemas en el Sedimentador:

1. Lavado de sólidos
2. Lodo abultado
3. Bolas de lodo flotando
4. Efluente turbio
5. Efluente ceniciento
6. Flóculo suelto
7. Denitrificación

Problemas de Aereación

La aereación y mezclado del SSLM son esenciales para mantener un ambiente sano para los microorganismos; el mezclado del contenido del reactor es necesario para dar a los microorganismos contacto con toda la materia orgánica.

La presencia de colores oscuros ó negros en los SSLM indican condiciones anaerobias causadas por baja cantidad de aire. Si aparecen otros colores fuera de lo normal indican la presencia de desechos industriales en el agua.

El mezclado en el reactor se puede verificar comprobando la turbulencia producida por los aireadores.

El tipo de turbulencia debe ser uniforme sobre la superficie, un flujo no uniforme indica la distribución desigual del influente, del lodo de retorno y del suministro del aire.

El perfil del oxígeno disuelto se debe verificar a diario, manteniéndolo en no menos de 1.0 mg/L, todavía mejor, 1.5 mg/L.

Espumas

Es normal en la superficie cubierta del 10 al 25 % con una película de espuma ligera que rompe fácilmente.

Con ciertas condiciones de operación la espuma puede volverse excesiva afectando la operación. Si la espuma crece y se hace excesiva el viento puede hacerla volar hacia las estructuras de la planta.

Los tipos de espuma más comunes son:

Color blanco

Color café

Espuma blanca.- La presencia de espuma blanca como el jabón indica que la edad de lodo es muy baja y debe de incrementarse reduciendo desecho del lodo indica, además, la presencia de detergentes no biodegradables ó proteínas que no pueden ser convertidas a comida por las bacterias jóvenes que están en crecimiento.

Espuma color café.- Una capa densa de espuma con características grasosas, con tonalidades de color café oscuro cubriendo la superficie del reactor indica lodo viejo o lodo sobre-oxidado. Se asocian a este tipo de espumas la nitrificación y los organismos filamentosos como la Nocardia. Estas espumas presentan problemas al acumularse en la mampara central del sedimentador secundario.

Lavado de Sólidos

Los sólidos se lavan (escapan) por el vertedor del sedimentador, aún cuando no se presente el abultamiento de lodos, en estos casos el manto de lodo puede estar muy por abajo de la superficie. La prueba de sedimentabilidad de 60 minutos indica si existe una buena sedimentación.

Las siguientes son algunas de las causas probables del lavado de sólidos:

Sobrecarga hidráulica

Sobrecarga de sólidos

Vertedores desnivelados

La mampara central tiene fugas

Lodo Abultado

La presencia de sobrenadante claro con una pobre sedimentación de lodo indica que la sedimentación se impide por la presencia de microorganismos filamentosos o por flóculo disperso.

Las filamentosas se eliminan al mejorar el proceso con la aplicación de nutrientes de nitrógeno o fósforo y/o con el ajuste del oxígeno disuelto. La presencia del flóculo disperso indica sobrecarga orgánica ó aereación en exceso.

Algunas causas probables del lodo abultado pueden deberse a microorganismos filamentosos.

Si el problema es por microorganismos filamentosos verifique lo siguiente:

Bajo OD en el reactor

Deficiencia de nutrientes

pH bajo

Alta temperatura del agua

Descargas industriales

Si no hay microorganismos filamentosos verifique lo siguiente:

Sobrecarga orgánica (F/M Alto)

Aereación excesiva

Bolas de Lodo Flotando

En algunas ocasiones ascienden bolas grandes de lodo, posiblemente alrededor de 30 cm de diámetro, a la superficie del sedimentador.

Cuando el lodo inicia su sedimentación durante la prueba de sedimentabilidad de 30 minutos y luego flota después de dos horas, significa que está ocurriendo la denitrificación en el sedimentador en lugar del reactor.

Los iones de nitrato son reducidos a gas nitrógeno y forman burbujas junto con los flóculos de los SSLM que en ocasiones llegan al vertedor.

Algunas causas probables de que el lodo ascienda son:

El proceso de lodos activados está operando con alta F/M y consecuentemente no ha complementado la nitrificación en el reactor.

El lodo ha estado mucho tiempo en el sedimentador y por consecuencia todo el oxígeno disuelto disponible se ha agotado, los microorganismos han empleado los nitritos y/o los nitratos y se están presentando condiciones anaerobias.

La temperatura es más baja de lo normal, ocasiona una baja actividad de los microorganismos, dando como resultado un tratamiento incompleto en el reactor.

El oxígeno se agota rápidamente cuando el licor mezclado que proviene del reactor tiene cantidades bajas de oxígeno a la salida.

Efluente Turbio

Durante los periodos en que el efluente presenta concentraciones altas de sólidos, se debe de hacer la prueba de sedimentabilidad inmediatamente y continuamente durante un día, o bien, hasta que el problema se tenga identificado o corregido.

Cuando el licor mezclado en la prueba sedimenta pobremente y deja una nube de sólidos como sobrenadante, el próximo paso es hacer un examen microscópico, uno de los propósitos de este examen es determinar la presencia de protozoarios y su movilidad.

Si hubiera protozoarios observe su apariencia y su actividad, si se ven inactivos indica que ha entrado materia tóxica al sistema.

El operador debe reducir el desecho de lodo y mantener la operación normal hasta que los tóxicos salgan del sistema.

Si los protozoarios se ven normales y activos, pero la condición persiste, el flóculo puede dispersarse por la excesiva turbulencia (aereación en exceso).

Si no hay protozoarios presentes, entonces hay dos posibilidades:

La primera; la relación F/M es muy alta y el sistema está operando de manera sobrecargada.

La segunda; la F/M pudiera ser baja, igual o menor al rango normal.

Esta condición se asocia a los siguientes:

El oxígeno disuelto es bajo

La presencia de cargas tóxicas

Efluente Color Ceniza

Se le conoce como efluente ceniciento a la apariencia de partículas pequeñas como cenizas flotando en la superficie del sedimentador.

La causa probable de lo ceniciento es:

Denitrificación en el sedimentador

El licor mezclado tiene alto contenido de grasas fuera de lo normal

Flóculo Suelto

La presencia de pequeñas partículas densas con aspecto de cabeza de alfiler suspendidas en el sedimentador es un problema común en las plantas que operan en el proceso de aereación extendida, este problema es atribuido a un lodo viejo que sedimenta rápido, pero con las carencias de una buena floculación.

La causa del flóculo cabeza de alfiler es la excesiva turbulencia (sobre aereación) que rompe la formación del flóculo.

Sólidos Dispersos

La apariencia de partículas pequeñas, ligeras y de textura suave ascendiendo (algunas veces en oleadas) hacia la superficie del sedimentador que descargan por el vertedor, es un problema que se presenta cuando la concentración de SSLM es muy baja.

Este problema es atribuido al lodo joven (alta F/M) que sedimenta pobremente.

El problema de flóculo ligero es peor en el sedimentador, particularmente con altos flujos de RAS. En algunas plantas aparecen durante las primeras horas de la mañana.

Causas probables de este problema:

El reactor está operando con concentraciones de SSLM muy bajas.
 Esto ocurre normalmente cuando los SSLM se están estabilizando.
 Cuando el desecho de lodos es muy alto se produce baja cantidad de SSLM y una alta F/M.
 La recirculación de lodo activado es muy baja (Q_{RAS}).

A continuación, se presentan los cuadros de corrección de sobrecargas, condiciones anaerobias, control de malos olores, de DBO alta en el efluente y control de natas.

Tabla 7 Indicador y posible solución

Indicadores / Observaciones	Causas Probables	Soluciones	Repercusiones
<p>Alto nivel de olor.</p> <p>El efluente presenta alta concentración de DBO y sólidos suspendidos, bajo pH y oxígeno disuelto y color gris.</p> <p>Presencia de natas en la superficie de los tanques</p>	<p>Corto circuitos, descarga de desechos tóxicos, previsión errónea de cargas orgánicas en el diseño, aumento en la carga orgánica de la población contribuyente, industrias, etc.</p> <p>Condiciones climáticas desfavorables.</p>	<p>Investigue la posibilidad de corto circuitos y tome las medidas indicadas para el control de natas</p> <p>Elimine las fuentes de descargas tóxicas.</p> <p>En algunos casos se puede obtener alivio temporal agregando nitrato de sodio (24 Kg/1000 m³).</p>	<p>Incumplimiento de las condiciones de descarga.</p> <p>Problemas en el sitio de descarga.</p> <p>Malos olores.</p> <p>Desaprobación de la planta por la comunidad.</p>

I.7 Higiene y Seguridad

El hombre ha utilizado las aguas no sólo para su consumo, sino, con el paso del tiempo, para su actividad y para su confort, convirtiendo las aguas usadas en vehículos de desechos, de aquí surge la denominación de las aguas residuales.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido como uno de los derechos fundamentales de todo ser humano” el disfrute del grado máximo de salud posible”. Considerando la salud como un “estado completo de bienestar físico, mental y social”, y fija el nivel de salud por el grado de armonía, que exista entre el hombre y el medio que sirve de escenario a su vida.

La contaminación de las aguas es uno de los factores importantes que rompen la armonía entre el hombre y su medio, tanto a corto, como a medio y largo plazo; por lo que la prevención y lucha contra ella, contribuye en la actualidad una necesidad de importancia prioritaria.

Conociendo los elementos integrantes de la contaminación y sus efectos, según se ha analizado las enfermedades pueden transmitirse:

Por contacto directo.

Por medio de insectos y animales (mosquitos, ratas, etc.)

Por medio de las vestimentas o utensilios empleados.

Debe recordarse aquí que una planta de tratamiento de aguas residuales de tratamiento secundario puede eliminar hasta el 90% de los gérmenes patógenos, pero cifras de 1'000,000 en 100 mL son aun tremendamente importantes, dentro de las depuradoras la vía de contaminación directa más frecuente es a través de los aerosoles.

La precaución para evitar enfermedades en el personal que trabaja en las depuradoras pasa por una correcta higiene personal y se describe con los puntos más importantes a considerar y son:

Adecuación de vestuarios, comedores e instalaciones de higiene.

Llevar vestuario adecuado de protección, lavar con frecuencia en planta, si es posible, a más de 90 °C

Llevar guantes impermeables al establecer contacto con el agua, lodos o residuos de la planta de tratamiento.

Ducharse, lavarse y desinfectarse al terminar el trabajo, antes de vestirse o de comer.

Comer en sala independiente de la zona de trabajo.

Evitar la aparición de ratas, moscas y mosquitos. Si aparecen eliminarlos con la mayor rapidez posible

Prestar atención urgente a las pequeñas heridas, utilizar desinfectantes como tintura de yodo, después de un lavado enérgico con jabón.

Vacunarse cada cinco años contra el tétanos, vacunarse contra las tifoideas con la frecuencia recomendada por el médico, vacunar al trabajador y su familia contra la poliomielitis, se recomienda también la vacuna contra la hepatitis.

Consultar al médico una vez por año, pasando una revisión adecuada.

I.7.2 Medidas de Seguridad Generales

Deben adoptarse las medidas indicadas en el estudio de seguridad e higiene de la planta para evitar accidentes

1. Mantenga un nivel alto de limpieza. Esto significa mantener los pisos, paredes y equipos libres de polvo, grasa y basuras. Mantenga sus herramientas guardadas en forma apropiada cuando no las esté usando.
2. Tenga especial cuidado cuando trabaje con un sistema de distribución de electricidad y con las instalaciones accesorias. Nunca trabaje con las manos o ropa húmedas en cables o equipo eléctrico. Siempre utilice guantes apropiados para trabajos con electricidad.
3. Mantenga a todo el personal consciente de la seguridad recomendándoles medidas de seguridad específicas. Dichas instrucciones deben incluir información de cómo llamar al hospital y cuerpo de bomberos más cercano, así como técnicas de rescate y de primeros auxilios.
4. Debe presentarse atención especial a:
 - Camino a recorrer
 - Vestimenta y calzado adecuado.
 - Equipamiento para primeros auxilios.

Las medidas de observancia obligatoria que se enlistan a continuación, tienen como objetivo el reglamentar las actividades que se llevarán a cabo en las diferentes instalaciones y evitar con ello la ocurrencia de accidentes al personal y/o afectación a las propias instalaciones.

1. Es obligación de la dependencia operadora de la planta el instruir a su personal el contenido y cumplimiento de las medidas de seguridad de este manual.
2. El acceso a las instalaciones deberá ser siempre a través de la puerta de entrada oficial, para que la vigilancia tenga un control de entradas y salidas del personal ajeno a la planta.
3. Queda estrictamente prohibido fumar e introducir bebidas embriagantes o droga en las instalaciones, así como entrar en estado inconveniente.
4. Queda prohibido portar armas de cualquier tipo dentro de las instalaciones de la planta, salvo autorización expresa de la dependencia operadora.

5. El personal deberá conocer el área donde va a llevar a cabo sus trabajos, incluyendo los sistemas y equipos de protección de seguridad.
6. Queda prohibido el acceso del personal ajeno al almacén en operación, salvo autorización expresa del personal encargado de la planta.
7. Todo el trabajo en el cual intervengan equipos eléctricos (subestaciones, interruptores, alimentadores, líneas eléctricas, etc.) deberá contar con la autorización previa del jefe de la planta.
8. Cualquier intervención en líneas o equipos de proceso que estén o hayan estado en operación deberá de ser aprobada previamente por el personal jefe de la planta.
9. Queda estrictamente prohibido el accionar, tocar, mover o manipular válvulas, conexiones, instrumentos y controles de la planta, sin autorización previa del personal encargado de la planta.
10. Todo trabajo que se efectúe en el sistema de drenaje deberá contar con la autorización respectiva, previas las pruebas que sean necesarias a juicio del encargado de la planta.
11. Queda prohibido efectuar maniobras reteniéndose o apoyándose de estructuras, tuberías, soportes, válvulas o equipos.
12. La dependencia operadora será del responsable de que el personal utilice la ropa y equipo de seguridad adecuado, para llevar a cabo las diferentes labores dentro de la planta.
13. La dependencia operadora contará con un botiquín de primeros auxilios en el lugar de trabajo, con el fin de tratar lesiones leves que pudieran ocurrir al personal.
14. La dependencia operadora está obligada a cumplir con las disposiciones tendientes a proteger debidamente a su personal en aquellos trabajos que se efectúen en altura, para lo cual deberá construir los andamios, barandales o escaleras necesarios, así como supervisar que su personal utilice los cinturones de seguridad y cables de vida, requeridos para asegurar su integridad física.
15. En caso de suscitarse una emergencia en el área de trabajo o en sus proximidades, el personal deberá suspender los trabajos y seguir fielmente las instrucciones del personal encargado de la instalación debiendo conocer previamente las rutas de evacuación para casos de emergencia.
16. La dependencia operadora deberá observar las disposiciones de orden y limpieza, con el objeto de mantener en óptimas condiciones el lugar de trabajo.
17. El horario de labores establecido previamente, deberá ser respetado invariablemente.
18. El incumplimiento o violación de las reglas de seguridad establecidas, serán causa para la aplicación inmediata de sanciones y/o medidas administrativas disciplinarias por la dependencia operadora.
19. Las anteriores disposiciones, así como las que no estén contempladas en este manual, pero que el personal de la dependencia operadora responsable de la

planta, juzgue necesaria para preservar la integridad física tanto del personal como de las instalaciones deberán ser cumplidas.

I.7.2 Equipo básico de protección

Para ejecutar trabajos de mantenimiento o en actividades de operación, se debe contar con el equipo adecuado de protección, como es:

Casco Protector. - El casco protector es un equipo de seguridad, construido de material de plástico de alta resistencia al impacto y su uso puede evitar accidentes.

Guantes Dieléctricos y de Piel. - Los guantes dieléctricos se construyen con materiales dieléctricos de alta calidad y deben emplearse junto con los de piel, para obtener una mayor protección para el operario y duración de los mismos.

Botas Dieléctricas. - Las botas son equipo de seguridad, construidas con suela antiderrapante resistente a grasas, aceites, solventes y altas temperaturas.

Equipo de Tierras. - El equipo de tierras es un equipo de seguridad. Para su uso debe verificarse que todas las piezas de contacto, así como los conductores del dispositivo de puesta a tierra, estén en buen estado.

Extintidor. - Deben colocarse extinguidores contra incendio, tantos como sea necesario, adecuados para aplicarse a partes vivas en lugares convenientes y claramente marcados, de preferencia cercanos a los accesos de los equipos.

Los extinguidores deben revisarse periódicamente para que siempre estén en condiciones correctas de operar y no deben estar sujetos a cambio de temperaturas mayores que las indicadas por el fabricante para su correcta operación.

Letreros de Peligro Alta Tensión. - El letrero debe de estar a la vista de cualquier persona que pretenda tener contacto con el equipo.

Herramientas Aisladas. - Todas las herramientas de mano, como pinzas, desarmadores, etc., deberán estar convenientemente aisladas, debiéndose revisar constantemente el grado de deterioro del mismo, a fin de corregir cualquier anomalía que se presente por su uso diario, evitando con esto accidentes al personal.

I.7.3 Higiene personal

A continuación, se proporciona una lista de recomendaciones a seguir por los operadores y personal que tenga relación en la operación de la planta de tratamiento.

1. Nunca coma o se lleve nada a la boca sin antes lavarse las manos.
2. Evite fumar cuando trabaje en pozos de visita o en instalaciones donde se pueda contaminar las manos.

3. No use su ropa de trabajo en su auto o casa.
4. Siempre limpie su equipo después de usarlo. Usted o alguien más podrá volver a usarlo.
5. Mantenga las uñas de las manos bien cortadas y limpias, ya que son portadoras excelentes de suciedad y gérmenes.

Precauciones de Seguridad para Infecciones del Cuerpo y Enfermedades

1. Trate todas las cortadas, abrasiones de la piel y heridas similares lo más pronto posible. Cuando trabaje con aguas residuales, la cortada o raspón más pequeño es potencialmente peligroso y debe limpiarse y tratarse inmediatamente con una solución de 2 % de tintura de iodo.
2. Visite al médico para todas las heridas.
3. Proporcione entrenamiento de primeros auxilios a todo el personal.
4. Reciba vacunas para los padecimientos transmitidos por el agua, particularmente para la tifoidea y para tétanos. Mantenga un registro de todas las inmunizaciones en un registro de salud de los empleados para asegurar que reciban las vacunas a su debido tiempo.
5. En el laboratorio use bulbos en las pipetas en lugar de hacerlo con la boca, con la finalidad de no contaminarse. No utilice la cristalería del laboratorio para beber. Deben proporcionarse vasos de papel.
6. Nunca prepare comida en el laboratorio.

I.7.4 Equipo de seguridad

Los equipos de seguridad con los que debe contar una planta de tratamiento de aguas residuales, son los siguientes:

1. Equipo de detección (para gases y deficiencias de oxígeno).
2. Ropa, calzado y cascos para una protección adecuada.
3. Equipo de ventilación.
4. Herramientas a prueba de chispas.
5. Equipo de intercomunicación.
6. Soplador de aire portátil.
7. Linterna a prueba de explosiones y otro equipo de iluminación segura.
8. Barreras y luces de protección.
9. Equipos de primeros auxilios de emergencia.
10. Extinguidores de fuego apropiados.
11. Estaciones de regaderas y de lavado de ojos en las áreas de laboratorio.
12. Lentes de seguridad para trabajar en el laboratorio y en otras áreas peligrosas.

I.7.5 Primeros Auxilios

Se llama *primeros auxilios* al tratamiento que se da en forma inmediata y provisional en el mismo lugar donde ocurren los acontecimientos a la víctima de un accidente o enfermedad repentina.

La finalidad de los primeros auxilios es salvar la vida de la víctima e impedir que se agraven sus lesiones. Esto reducirá su sufrimiento y estará en mejores condiciones para recibir el tratamiento definitivo, que siempre deberá estar a cargo de un médico.

Cómo Actuar ante una Emergencia

1. Actúe con rapidez, pero sin precipitación; así evitará convertirse en una nueva víctima.
2. Observe al accidentado y sus alrededores para hacerse una idea de lo ocurrido: un arma, una botella sospechosa de veneno, un cordón eléctrico, etcétera. En todo caso, no toque al paciente ni se acerque a él hasta comprobar que usted está libre de peligro.
3. La ayuda que usted ofrece es solo provisional. Asegúrese de que el paciente reciba apropiada atención profesional, para lo cual debe enviar a alguien por ayuda médica mientras usted atiende a la víctima.
4. Al brindar primeros auxilios es igualmente importante saber qué hacer y qué no hacer por la víctima.

Qué Hacer por la Víctima

1. No lo mueva y aflójele cualquier prenda de vestir ajustada, para aplicar de inmediato el ABC de emergencia de los primeros auxilios.
2. *A (Aire)*: compruebe si respira.
3. *B (Buena circulación)*: compruebe el pulso arterial, si le late el corazón y verifique si presenta alguna hemorragia profusa.
4. *C (Conciencia y columna vertebral)*: si sospecha que presenta alguna fractura de la columna (Cuello y espalda), no mueva al paciente y proceda como se indica en la subsección “Fracturas de la columna vertebral”.
5. Determine si existen otras fracturas; en tal caso, no se debe mover al accidentado sin antes haber inmovilizado el hueso roto.
6. Observe el color de la cara del paciente:
7. Si su rostro está muy pálido, levántele los pies para mejorar la circulación hacia el cerebro, tal como se observa en el lado izquierdo de la ilustración 9.
8. Si el rostro está muy enrojecido, levántele la cabeza con alguna almohada (Como se muestra en el lado derecho de la ilustración 9. También puede ser útil aplicarle bolsas de hielo sobre la cabeza.

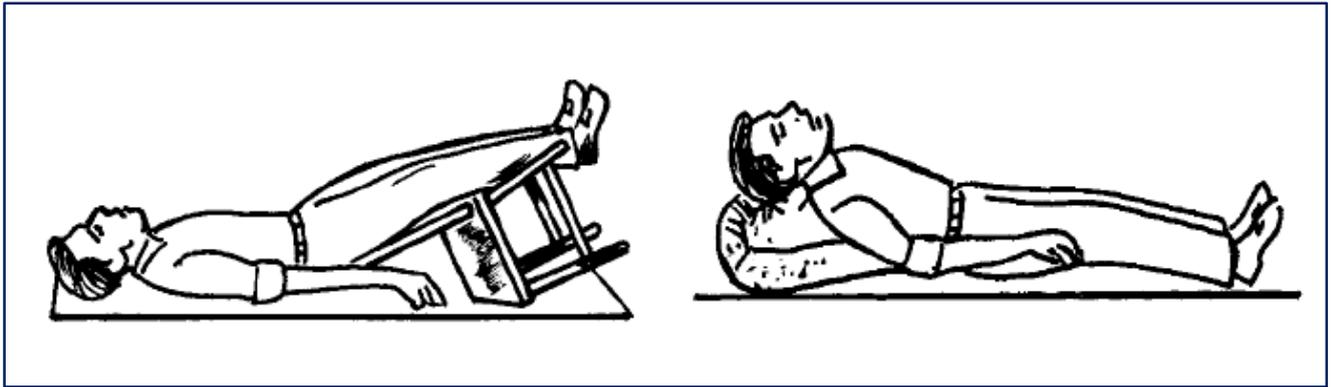
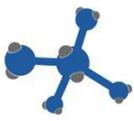


Ilustración 9 Posiciones para Recepción de Primeros Auxilios

1. Mantenga al accidentado confortablemente abrigado.
2. Si comienza a vomitar, voltéele la cabeza hacia un lado para facilitar la evacuación.
3. No le dé nada por la boca.
4. Revise si el paciente lleva alguna identificación médica (Brazaletes, collar, tarjeta, etcétera) donde se consigna qué enfermedad sufre y cómo prestarle atención de emergencia
5. Vigile continuamente la respiración y la circulación hasta que llegue la asistencia médica.
6. Si el paciente se recupera, manténgalo acostado hasta que se restablezca totalmente.
7. A (Aire): Compruebe si el Paciente Respira

Acueste al paciente. Si no hay razones para sospechar de alguna fractura en la columna (Cuello o espalda), acueste al herido boca arriba, con la cabeza en el mismo nivel que el resto del cuerpo (Véase la ilustración 10), aflojándole cualquier prenda que dificulte la respiración o circulación; por ejemplo, el cuello de la camisa, alguna faja, corbata, cinturón, etcétera.

En caso de sospecha de fractura de la columna, *no* mueva al paciente ni aun para colocarlo en una posición más cómoda y proceda tal como se indica en la subsección “Fracturas de la columna vertebral”.

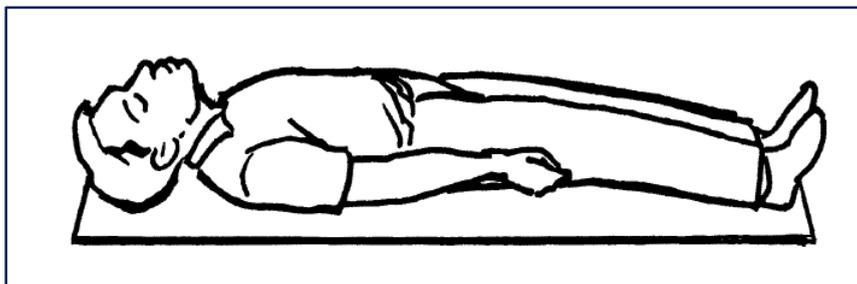


Ilustración 10 Posiciones para Recepción de Primeros Auxilios

Limpie las vías respiratorias (Nariz, boca, garganta). Voltee la cabeza del paciente hacia un lado y, manteniendo la boca abierta con el pulgar, use la otra mano para extraer cualquier objeto que pueda bloquear el paso del aire; por ejemplo, un chicle, dentadura postiza, arena, sangre, etcétera (Véase la ilustración 11)

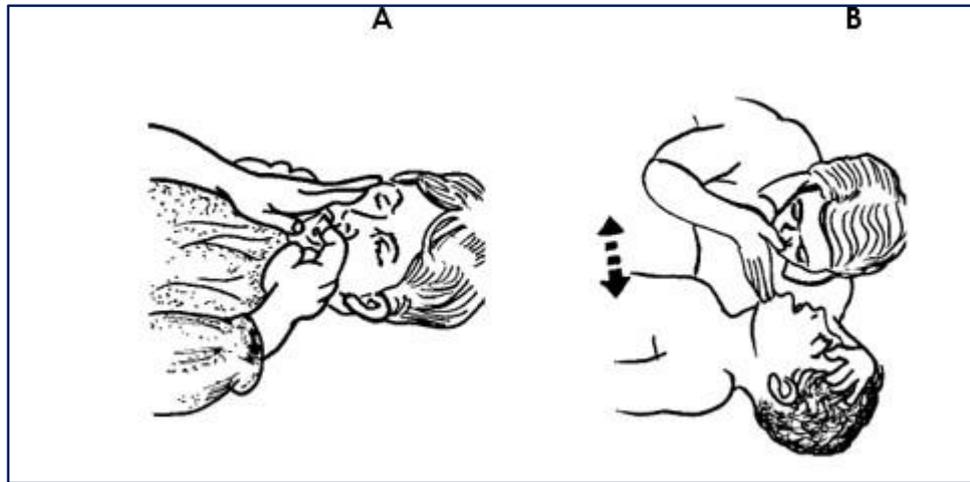


Ilustración 11 Atención a Vías Respiratorias

Compruebe si respira. Observe el pecho del paciente para ver si se levanta y baja o acerque el oído a su boca y nariz para percibir la respiración.

Si el paciente no respira, inicie de inmediato la respiración artificial.

B (Buena Circulación)

Compruebe el pulso arterial. Al mismo tiempo que comprueba si respira, verifique si el corazón del herido late con normalidad.

Compruebe si hay pulso (Arteria carótida). Coloque la yema de los dedos entre la línea media del cuello y el ángulo de la mandíbula, ejerciendo una leve presión para intentar palpar el latido de la arteria (Véase la ilustración 12).

Si usted no percibe el pulso, es porque existe paro cardíaco, y debe iniciar de inmediato el masaje cardíaco externo (Véase la subsección “Masaje cardíaco externo”).

No pierda tiempo buscando el pulso en otros sitios ni tratando de oír los latidos del corazón, pues estos son difíciles de percibir en las personas accidentadas.

Identifique posibles hemorragias. Si existe cualquier sangrado profuso, proceda a contenerlo de inmediato (Véase la subsección “Hemorragias”).



Ilustración 12 Comprobación de la Existencia de Pulso

C (Conciencia y Columna Vertebral)

Busque evidencias de fracturas en la columna (Cuello y espalda). Si el paciente está despierto, podrá sentir gran dolor a nivel de las vértebras fracturadas y puede haber debilidad, parálisis o insensibilidad en alguna parte del cuerpo.

Si está inconsciente, sospeche de lesión de columna cuando note alguna deformación o saliente anormal en ella.

Si sospecha, aunque no esté seguro, de que existe fractura de columna, se procederá como se describe en la subsección “Fracturas de la columna vertebral”.

Si ha comprobado que el paciente respira, que su corazón late y que no hay sangrados profusos o lesión de la columna, es el momento oportuno para buscar otras lesiones menos graves; por ejemplo, heridas u otras fracturas.

Si el paciente está despierto, manténgalo acostado e impida que se levante hasta asegurarse de que no sufre alguna lesión. Probablemente estará preocupado y con miedo; tranquilícelo y procure no dejarlo solo.

Si está inconsciente, actúe según se indica en la subsección “Pérdida del conocimiento”.

Qué NO Hacer por la Víctima:

No intente suministrar ningún tipo de bebida por la boca al paciente inconsciente o semiconsciente, pues este no podrá deglutir con normalidad y el líquido podría pasar a los pulmones.

No le dé bebidas alcohólicas, pues quienes examinen después al paciente podrían creer que el efecto del alcohol es una de las causas de su estado.

No ofrezca bebidas al paciente si sospecha de alguna lesión interna.

Fracturas de la Columna Vertebral

Se caracterizan por un intenso dolor local en la columna y a veces por debilidad, pérdida de la sensibilidad o parálisis de alguna parte del cuerpo. Toda fractura de la columna es grave y cualquier movimiento inapropiado del herido puede causarle parálisis irreversible o la muerte.

Qué Hacer:

No mueva al paciente ni le levante la cabeza, ni siquiera para colocarlo en posición más cómoda.

Manténgalo confortablemente abrigado y absolutamente quieto hasta que reciba ayuda médica.

Si es imprescindible transportar al herido, primero se debe inmovilizar completamente.

Consiga la ayuda de por lo menos tres personas

Se necesita una camilla (Véase la ilustración 15); también puede servir una puerta o un tablón.

Ate juntos los pies del herido a nivel de los muslos, rodillas y tobillos.

Si el herido está boca abajo, colóquelo boca arriba sobre la camilla, moviendo todo el cuerpo en masa (Como si estuviera girando el tronco de un árbol): una persona sujeta la cabeza, otra los pies y las restantes el pecho y las caderas.

Ate al accidentado a la camilla y trasládelo a un hospital.

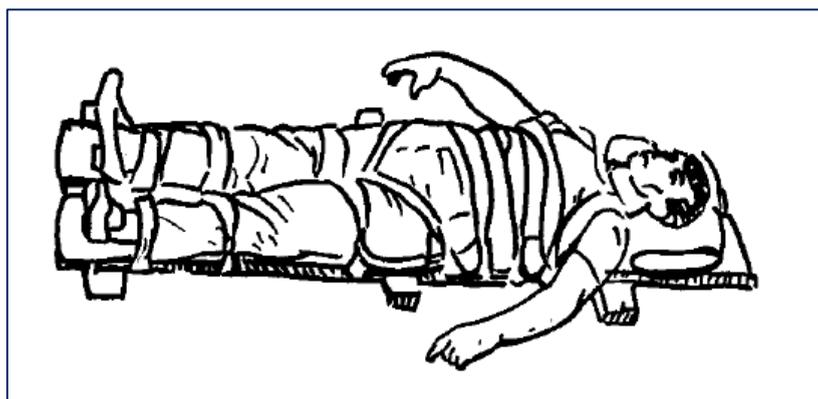


Ilustración 13 Improvisación de Camilla

Respiración Artificial

Muchas circunstancias pueden ocasionar el cese de la respiración (Paro respiratorio); por ejemplo: descarga eléctrica, traumatismo, atragantamiento, intoxicaciones, etcétera.

La víctima de paro respiratorio se halla inconsciente, no se evidencian sus movimientos respiratorios y sus labios, lengua y uñas adquieren un color azulado (Cianosis).

Las personas solo pueden sobrevivir sin respirar de 3 a 5 minutos; por lo tanto, en estos casos es de vital importancia iniciar la respiración artificial lo antes posible.

En caso de Adultos y Niños Mayores

En adultos y niños mayores puede practicarse la respiración artificial boca a boca o boca a nariz. Elegir entre una de las dos formas no es de gran importancia; usualmente se prefiere la técnica de boca a boca; la técnica de boca a nariz es útil cuando el paciente está convulsionando o cuando no es posible abrirle la boca. En cualquier caso:

Acueste boca arriba al paciente sobre una superficie plana y aflójele toda prenda que pueda dificultarle la respiración o la circulación (El cuello de la camisa, la corbata, el cinturón, etcétera).

Limpie las vías respiratorias (Nariz, boca y garganta). Examine la boca. Si observa cualquier material extraño (Mucosidad, sangre, arena, un chicle, dentadura postiza, etcétera) voltéele la cabeza hacia un lado y, mientras le mantiene abierta la boca con el dedo pulgar, limpie la cavidad oral con sus dedos, preferiblemente envueltos con un pañuelo o con un pedazo de tela limpia (Véase la ilustración 14).



Ilustración 14 *Obstrucciones en las Vías Respiratorias*

Extiéndale la cabeza; con una mano en la frente inclínele la cabeza hacia atrás, y con la otra mano levante el cuello hasta hacer que la piel de la garganta se ponga tensa (Véase la ilustración 15 a).

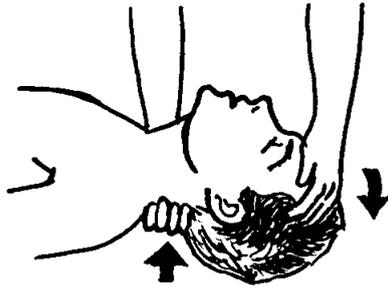
A

B


Ilustración 15 Preparación del Paciente para Respiración Artificial

Elévele la mandíbula; retire la mano del cuello y, con los dedos índice y medio, levante el mentón, manteniéndole los labios ligeramente separados con el pulgar (Véase la ilustración 15 b).

Respiración boca a boca. Use los dedos índice y pulgar de la mano que descansa sobre la frente para cerrarle al paciente los orificios nasales (Véase la Ilustración 16 a). Entonces, haga una inspiración profunda y, abriendo la boca ampliamente, selle sus labios alrededor de los del paciente (Véase la ilustración 16 b).

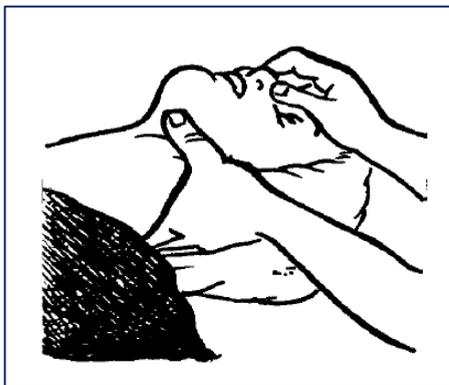
A

B


Ilustración 16 Respiración Boca a Boca

Respiración boca a nariz. Use la mano que levanta el mentón para cerrar bien la boca del paciente. Entonces, haga una inspiración profunda y, abriendo la boca ampliamente, selle sus labios alrededor de la nariz del paciente (ilustración 17).

Importante: Nunca practique la respiración artificial en personas sanas.



Ilustración 17 Respiración Boca a Nariz

Insufle el aire con firmeza, hasta ver que el pecho del paciente se levanta. Luego retire su boca y observe cómo se desinfla el pecho del paciente, o acerque el oído a su boca y nariz para percibir la salida del aire (Véase la ilustración 18). Si esto no sucede, asegúrese de que la vía respiratoria no está obstruida (Véase la subsección “Atragantamiento”).



Ilustración 18 Comprobación de Salida del Aire

Tan pronto perciba la espiración del paciente, tome otra profunda bocanada de aire e insúftele aire nuevamente.

Repita la insuflación entre 10 y 15 veces por minuto; esto es, cada cinco o seis segundos.

Cada cuatro minutos haga una pausa (No más de siete segundos) para verificar si el paciente ya está respirando por sí mismo.

Mantenga la respiración artificial hasta que la persona respire por sí misma o hasta que llegue un médico.

Masaje Cardiaco Externo

Para comprobar si el corazón late con normalidad, palpe el pulso arterial. El término *paro cardiaco* significa que el corazón ha dejado de funcionar (es decir, que ya

no late) y, por ende, ya no suministra sangre al organismo privándolo de oxígeno y nutrientes.

Las personas sólo pueden sobrevivir sin oxígeno entre tres y cinco minutos. Por lo tanto, en los casos de paro cardíaco, es vital iniciar el masaje cardíaco externo lo antes posible.

El corazón se encuentra detrás del hueso esternón y hacia la izquierda del pecho de las personas. Este hueso constituye una parte muy importante para el masaje cardíaco (Véase la ilustración 19)

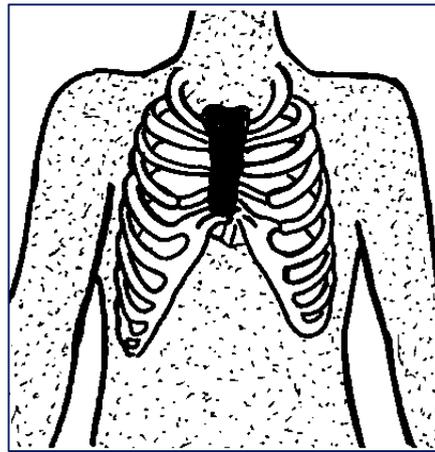


Ilustración 19 Localización del Corazón

En caso de Adultos y Niños Mayores

Acueste boca arriba al paciente sobre una superficie plana y dura (Como el suelo) y afloje toda prenda que pueda dificultarle la respiración o circulación (El cuello de la camisa, la corbata, el cinturón, una faja, etcétera).

Aplique tres golpes vigorosos sobre la mitad inferior del esternón (Véase la ilustración 20). Inmediatamente palpe el pulso, pues a veces esto es suficiente para que el corazón empiece a latir de nuevo.



Ilustración 20 Masaje Cardíaco Externo

Hemorragias

La sangre normalmente circula por el cuerpo dentro de vasos sanguíneos denominados arterias y venas. Las hemorragias ocurren cuando se rompen los vasos sanguíneos y la sangre se derrama fuera de ellos.

Según dónde se derrame la sangre, las hemorragias se clasifican en los siguientes tipos:

1. *Hemorragias externas (Visibles)*: Cuando la sangre se derrama al exterior del cuerpo a través de una herida.
2. *Hemorragias internas (No visibles)*: Cuando la sangre se derrama dentro del cuerpo.

La hemorragia interna no puede verse, pero puede sospecharse. Si después de un accidente la persona está pálida y débil, con la piel fría y tiene pulsaciones muy altas, es probable que tenga hemorragia interna.

En Caso de Hemorragia Externa

El principal peligro cuando la hemorragia es abundante es que la víctima entre en *shock* (Véase la subsección “*Shock* [Conmoción]”). Por lo tanto, será vital contener de inmediato el sangrado.

Si el sangrado es abundante:

Haga que el paciente se acueste.

Afloje cualquier prenda ajustada (Corbata, cinturón, etcétera).

Envíe a alguien por ayuda médica mientras usted contiene la hemorragia.

1. Retire la ropa de tal manera que pueda ver las heridas con claridad.
2. Si la herida se halla en una extremidad y no hay huesos fracturados, eleve ese miembro a un nivel superior al corazón para disminuir la fuerza con que la sangre llega a la herida.
3. Aplique compresión local (Presión directa) sobre la herida.

Si la herida es pequeña, presione fuertemente sus bordes para contener el sangrado

Si la herida es grande, forme una almohadilla con un paño limpio o gasa, colóquelo sobre la herida y presione fuertemente hasta que se detenga el sangrado (Esto puede demorar de 15 a 20 minutos).

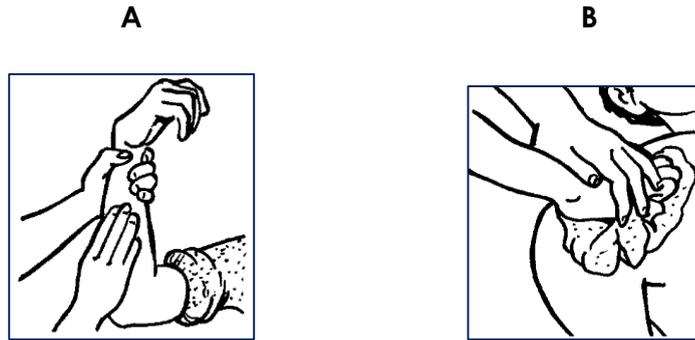


Ilustración 21 Detención de Sangrado en caso de Hemorragia Externa

La almohadilla se utiliza para que pueda hacerse presión sobre un área grande, no para que absorba la sangre. Si el paño con que comprime se empapa de sangre, no lo quite, póngale otro paño encima y continúe presionando.

De ser posible, utilice materiales estériles para contener un sangrado muy abundante, pero, si no dispone de ello, no dude en utilizar cualquier trapo limpio o incluso su mano desnuda para detener la hemorragia.

Una vez detenida la hemorragia asegure bien la almohadilla con una venda y traslade al paciente a un hospital. No intente quitar el vendaje para revisar la herida pues el sangrado podría reiniciarse.

Si el sangrado de una extremidad continúa siendo abundante a pesar de la compresión local y la elevación, puede ser indicado aplicar un torniquete como último recurso.

El torniquete sirve para comprimir el flujo sanguíneo y detener el paso de la sangre. Puede improvisarse utilizando una tela de cinco centímetros de ancho (Por ejemplo, una corbata, una chalina, una media, un pedazo de sábana, etcétera). Nunca utilice cuerdas delgadas ni alambres porque pueden lacerar la piel.

¿Dónde colocar el torniquete?

Esto depende del tipo de hemorragia. En caso de hemorragia arterial (Sangre de color rojo vivo, que brota con fuerza a chorros intermitentes), el torniquete se coloca por encima de la herida (Entre la herida y el corazón).

En la parte superior, entre el codo y la axila.

En la parte inferior, en el centro del pliegue inguinal.

Importante: En caso de hemorragia arterial, nunca coloque el torniquete donde el miembro tenga dos huesos (Por ejemplo, en el antebrazo o en la pierna), pues en estos sitios la arteria queda protegida entre ambos huesos. Tampoco coloque el torniquete en el tercio inferior del brazo, donde podrían lesionarse nervios importantes.

En caso de hemorragia venosa (Sangre oscura que brota sin fuerza en forma continua), el torniquete se coloca cerca de la herida.

¿Cómo colocar el torniquete?

Si el torniquete es lo suficientemente largo, envuélvalo dos veces alrededor del sitio escogido y hágale medio nudo. Luego, ate los extremos del torniquete a una barra rígida (Un bastón o un pedazo de madera, por ejemplo) y hágalo girar hasta detener la hemorragia.

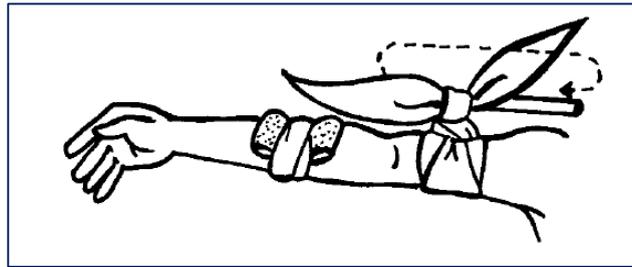


Ilustración 22 Aplicación de Torniquete

Precauciones. El torniquete es un recurso temporal para detener la hemorragia y nunca debe permanecer ajustado por más de 20 minutos seguidos. Si el médico aún no llega, aflójelo unos instantes cada 15 ó 20 minutos y vuélvalo a ajustar apenas se reinicie la hemorragia.

En Caso de Hemorragia Interna

La única ayuda que puede brindarse al paciente en estos casos es acostarlo y mantenerlo confortablemente abrigado hasta la llegada del médico. También puede ser útil elevarle las extremidades para que los órganos vitales reciban mayor cantidad de sangre.

Pérdida del Conocimiento

Consideremos dos formas de pérdida del conocimiento:

El desmayo. Es una súbita pero breve pérdida de conocimiento debido a una brusca interrupción de la circulación sanguínea al cerebro. Usualmente no dura más de 5 ó 10 minutos y el paciente se recupera una vez restablecida la circulación cerebral.

La inconsciencia. Dura más de 5 ó 10 minutos. Puede ser causada por alguna alteración o daño en el cerebro; por ejemplo, un golpe en la cabeza, un envenenamiento, una asfixia, un ataque cardíaco, una intoxicación, un coma diabético, etcétera.

En ambos casos, la persona que ha perdido el conocimiento no se entera de lo que ocurre a su alrededor; no puede hablar con uno ni oye lo que se le dice.

¿Qué Hacer en Estos Casos?

Mantenga al accidentado acostado boca arriba y confortablemente abrigado. Si comienza a vomitar, voltéele la cabeza hacia un lado para facilitar la evacuación.

No le dé nada por la boca.

Vigile continuamente la respiración y circulación hasta que llegue la asistencia médica.

Si el paciente se recupera, manténgalo acostado hasta que se restablezca totalmente.

Atragantamiento

El atragantamiento ocurre cuando algún objeto extraño (Moneda, alimento, hueso, etcétera) obstruye las vías respiratorias, impidiendo el paso de aire a los pulmones.

La obstrucción de las vías respiratorias se reconoce por la incapacidad para hablar, respirar y toser. La víctima, desesperada, se coge el cuello y sus labios, lengua y uñas adquieren un color azulado (Cianosis). Luego, el paciente cae al piso y puede presentar paro cardiorrespiratorio.

El cerebro puede sobrevivir sin oxígeno de tres a cinco minutos. Por lo tanto, el atragantamiento constituye una emergencia ante la cual no hay tiempo para llamar al médico.

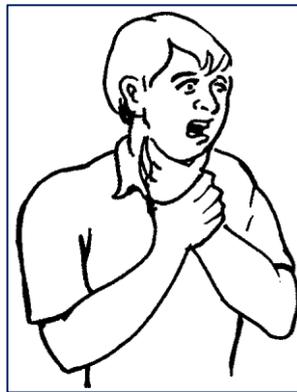


Ilustración 23 Atragantamiento

En Caso de Adultos y Niños Mayores

1. Revise la cavidad oral e intente extraer el cuerpo extraño con los dedos. Si no lo consigue, proceda así: aplique la maniobra de HeimLich, que consiste en comprimir los pulmones del paciente, provocando una tos artificial que moviliza y facilita la expulsión del cuerpo extraño. La técnica depende del estado del paciente.
2. Si el paciente está de pie (Despierto), párese detrás de él y coloque ambos brazos alrededor de su cintura. Luego, empuñe una mano y póngasela

sobre la parte media del abdomen, de modo que el dedo pulgar de esta mano quede algo por encima del ombligo

Coloque la mano abierta sobre la mano empuñada y comprima fuertemente el abdomen hacia arriba, a modo de un abrazo de oso

Puede ser necesario realizar de 6 a 10 compresiones

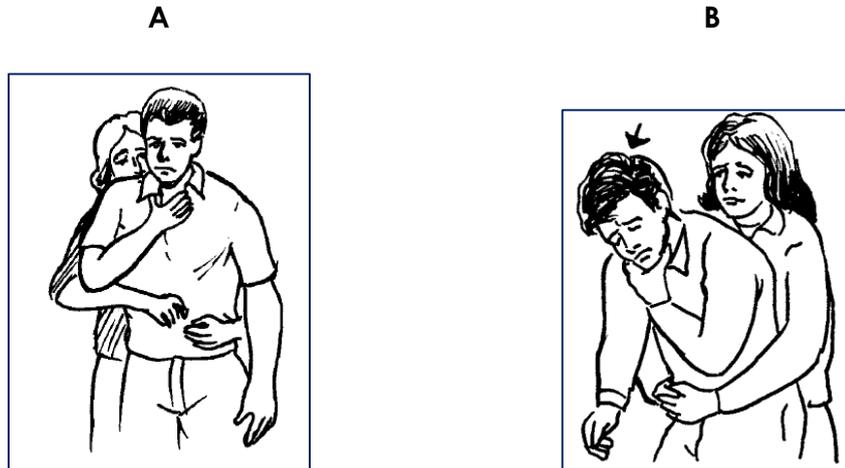


Ilustración 24 Aplicación de la Maniobra de HeimLich

1. Si el paciente está acostado (Inconsciente), acuéstelo boca arriba, vuélvale la cara hacia un lado y arrodílese sobre él (Véase la ilustración 25).

Apoye la palma de una mano sobre la parte media del abdomen, algo por encima del ombligo. Luego apoye la otra mano sobre la primera y comprima fuertemente hacia adelante.

Puede ser necesario realizar de 6 a 10 compresiones.



Ilustración 25 Aplicación de la Maniobra de HeimLich en caso de Inconsciencia

Una vez expulsado el cuerpo extraño, limpie la garganta del paciente y proceda a comprobar la respiración y el pulso. Esté listo para iniciar la respiración artificial en caso de que sea necesario.

Shock (Conmoción)

El *shock* o conmoción es una de las complicaciones más frecuentes y peligrosas que acompañan a las grandes hemorragias, heridas graves, infecciones severas, dolor extremo, quemaduras extensas, intoxicaciones, ataques al corazón y traumatismos.

En el *shock* se produce una caída notable de la presión arterial que conduce a una falla de la circulación, lo cual ocasiona gran deterioro en el funcionamiento celular por la carencia de oxígeno y otros nutrientes que la sangre aporta.

¿Cómo Reconocerlo?

La cara de la víctima usualmente está pálida y la piel se halla fría y húmeda (Hay un sudor frío).

La víctima a veces se queja de frío y de sed, puede tener náuseas y presentar vómitos.

La respiración es débil y acelerada.

El pulso, si se nota, es débil y acelerado.

La presión arterial está muy disminuida (Hipotensión).

La víctima puede estar intranquila, ansiosa, semiconsciente o inconsciente.

Qué Hacer:

Acueste al paciente boca arriba. Abríguelo para que no se enfríe y afloje cualquier prenda que le dificulte la respiración o la circulación (La corbata, el cinturón, etcétera).

Vigile la respiración y el pulso. Esté atento para iniciar la respiración artificial o el masaje cardíaco, en caso de que sea necesario.

Si la hemorragia es la causa del *shock*, conténgala de inmediato.

Levántele las piernas, manteniendo la cabeza en un nivel más bajo que el cuerpo para favorecer la irrigación sanguínea hacia el cerebro

Si el paciente está herido en la cabeza, el pecho o la espalda, colóquelo con los hombros elevados.

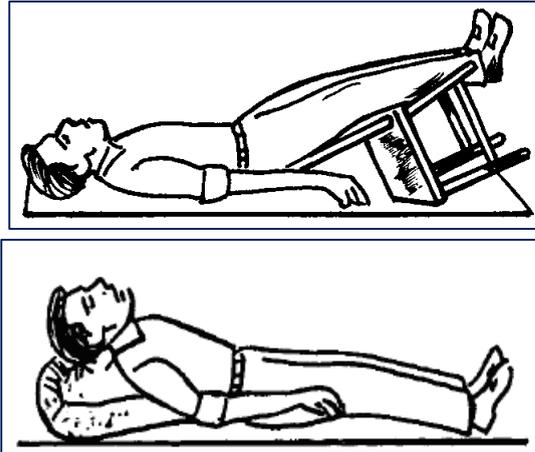


Ilustración 26 Primeros Auxilios para Pacientes en Estado de Shock

Si el paciente vomita, volteele la cabeza hacia a un lado para facilitar la evacuación o colóquelo de costado (Véase la ilustración 27).

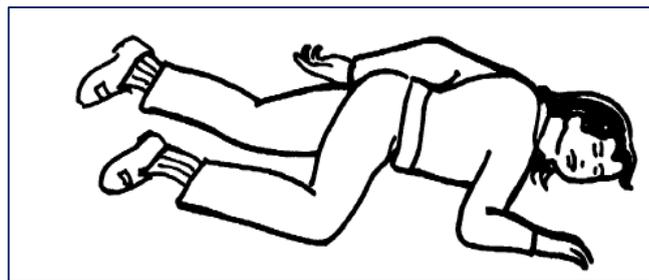


Ilustración 27 Posición del Paciente en caso de Presentarse Vómito

La administración de líquidos puede ayudar a tratar el *shock* o a prevenirlo, pero, en algunos casos, su uso puede ser peligroso.

Únicamente se ofrecerá de beber al paciente en los siguientes casos:

Si está totalmente consciente.

Si es capaz de tragar, no tiene náuseas ni está vomitando.

Si no presenta lesiones internas.

De preferencia, suminístrele algún suero de rehidratación oral o, en su defecto, alguna otra bebida (Té o caldo). Comience ofreciéndole solo algunos sorbos, para asegurarse de que no vomite. Aumente gradualmente la cantidad hasta medio vaso de líquido cada 15 minutos mientras llega el médico.

No le dé ninguna bebida alcohólica ni caliente, puesto que esto dilata los vasos de la sangre periférica y resta sangre a los órganos vitales.

No le suministre nada por la boca si sospecha de alguna lesión interna.

Aparte de los anteriores, existen otros procedimientos de primeros auxilios entre los que se cuentan los siguientes:

Reanimación Cardiorrespiratoria

El paro respiratorio puede acompañarse de paro cardíaco y, en este caso, recibe el nombre de *paro cardiorrespiratorio*.

Ambos pueden presentarse solos, pero, al final, uno siempre conduce al otro.

En caso de paro cardiorrespiratorio, debe iniciarse de inmediato la reanimación cardiopulmonar, combinando el masaje con la respiración artificial.

En caso de Adultos y Niños Mayores:

Si dispone de ayuda (Una pareja de reanimadores), haga lo siguiente:

Una persona se arrodilla junto al hombro izquierdo de la víctima para efectuar el masaje cardíaco a una frecuencia de 60 por minuto (Una compresión por segundo).

La otra persona se arrodilla al costado derecho del paciente para practicar la respiración artificial a una frecuencia de 12 por minuto (Una buena insuflación por cada cinco compresiones).

Si no se dispone de ayuda:

El reanimador se arrodillará junto al hombro izquierdo del paciente e intercalará 15 compresiones del tórax con dos buenas insuflaciones. La frecuencia de las compresiones será de 80 a 100 por minuto.

Descarga Eléctrica

No toque al electrocutado mientras este no se encuentre totalmente aislado de la corriente eléctrica.

De ser posible, corte la corriente eléctrica o desenchufe el aparato eléctrico que haya provocado el accidente.

Si esto no es posible, separe a la víctima del artefacto o del alambre eléctrico mediante algún material seco y que no sea conductor de la electricidad (Por ejemplo, un palo de madera).

Para su propia protección, asegúrese de que el palo de madera y la superficie bajo sus pies estén secos. Obre con total prudencia para evitar convertirse en una nueva víctima.

Si el paciente está inconsciente, vigile la respiración y el pulso y esté presto para iniciar las maniobras de respiración artificial y masaje cardíaco.

Si el paciente está consciente, tome las medidas apropiadas para prevenir el *shock*.

Lleve al paciente a un hospital para el tratamiento de las quemaduras eléctricas, que pueden ser invisibles en la superficie de la piel, pero extensas en profundidad.

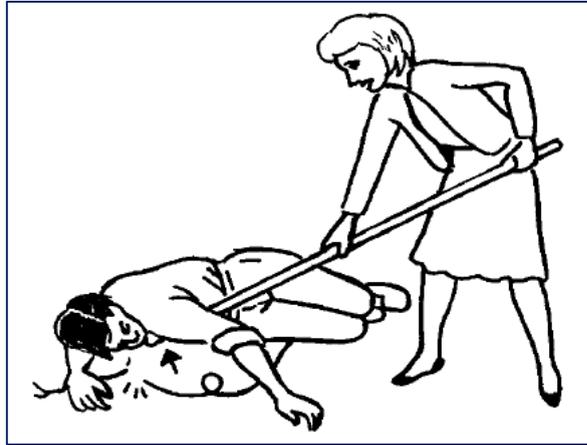


Ilustración 28 Manera de Separar a la Víctima del Artefacto Eléctrico.

Bibliografía:

- Jr., W. W. (2008). *Industrial Water Quality*. Indiana: McGraw-Hill.
- Metcalf & Eddy. (1991). *Wastewater Engineering Treatment Disposal and Reuse* (3 ed.). Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Metcalf & Eddy. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse* (4 ed.). Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
- NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. (6 de enero de 1997). México, México.
- NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. . (Jueves de diciembre de 2011). México, México.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal- Selección, uso y manejo en los. (Martes de diciembre de 2008). México, México.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros. (Viernes de octubre de 2000). México, México.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de. (25 de noviembre de 2008).
- NORMA Oficial Mexicana NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo Funciones y actividades. . (22 de diciembre de 2009). México, México.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo. . (4 de mayo de 2011). México, México.
- Ramalho, R. (2003). *Tratamiento de Aguas Residuales*. España: Reverte.

INFORME MENSUAL

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN RELACIONADAS CON EL JUICIO DE AMPARO NÚMERO 109/2016-V

TERCERA ETAPA (TRAMO MONUMENTO-LENGUA DE VACA) DEL PROYECTO

“CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA AUTOPISTA TOLUCA-ZITÁCUARO Y RAMAL A VALLE DE BRAVO”

