



ANDRÉS PASTRANA ARANGO
Presidente de la República de Colombia

JUAN MAYR MALDONADO
Ministro del Medio Ambiente

CLAUDIA MARTÍNEZ ZULETA
Viceministra del Medio Ambiente

GERARDO VIÑA VIZCAINO
**Director General Ambiental Sectorial
Ministerio del Medio Ambiente**

CARMIÑA MORENO RODRÍGUEZ
**Directora General de Agua Potable y Saneamiento Básico
Ministerio de Desarrollo Económico**

SANTIAGO VILLEGAS YEPES
**Coordinador Grupo de Gestión Urbana y Salud
Ministerio del Medio Ambiente**

JOSÉ SEVERO GONZÁLEZ GONZÁLEZ
Coordinador del proyecto - Ministerio del Medio Ambiente

DORIAN ALBERTO MUÑOZ RODAS - Ministerio del Medio Ambiente
MARIA HELENA CRUZ LATORRE - Ministerio de Desarrollo Económico
JOSÉ MIGUEL RINCÓN VARGAS - Ministerio de Desarrollo Económico
RODRIGO MARÍN RAMÍREZ - IDEAM
RAQUEL VANEGAS - IDEAM
Comité Interinstitucional

FRANCISCO PÉREZ SILVA - Director
MARÍA CONSUELO BETANCOURT - Esp. Ambiental
GUILLERMO SARMIENTO - Esp. Químico
FRANCISCO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ - Esp. Aspectos legales
HENRY JAVIER PALACIOS CLAVIJO - Esp. Sanitario y Ambiental
**CONTRATO SECAB 008 -004 - 01
Ingeniería y Laboratorio Ambiental - ILAM LTDA.**

ADRIANA YULEIDA MATTA B.
**Diseño y Diagramación Electrónica
Fotolito America Ltda.**

FOTOLITO AMÉRICA LTDA.
Preprensa Digital e Impresión

ISBN 958-

*Publicación financiada con recursos del Crédito BIRF-3973-CO,
Programa Fortalecimiento Institucional para la
Gestión Ambiental Urbana - FIGAU*

El proyecto colectivo ambiental del Plan Nacional de desarrollo “Cambio para Construir la Paz”, establece como uno de los objetivos de política, contribuir con la sostenibilidad de los sectores productivos mediante la ejecución de programas prioritarios como Agua, Producción Más Limpia y Calidad de Vida Urbana. Bajo ese contexto se suscribieron Agendas Interministeriales, siendo una de ellas la acordada con el Ministerio de Desarrollo Económico.

En el desarrollo de la misma, los temas acordados con el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, reconocen la necesidad de ejecutar un trabajo conjunto, coordinado y concertado, para el desarrollo sostenible del sector y para la realización de acciones orientadas a la protección y recuperación ambiental del país, prioritariamente en temas relacionados con aguas residuales y residuos sólidos.

Es así como, con la decidida coordinación y apoyo del Ministerio del Medio Ambiente, del Ministerio de Desarrollo Económico, del IDEAM y la participación de varias Corporaciones Autónomas Regionales, se ha venido trabajando en el desarrollo de los compromisos ambientales, con logros importantes que se iniciaron con la consolidación de una mutua confianza entre autoridades ambientales y sectoriales.

Este proceso, ha permitido la estructuración concertada de directrices y lineamientos dirigidos a optimizar la gestión y a orientar a las autoridades ambientales del orden regional, a las administraciones municipales, a las empresas de servicios públicos, y a los mismos usuarios industriales, en la tarea de prevenir y controlar la contaminación hídrica generada por efluentes industriales sin tratamiento previo.

*Como resultado de este trabajo interinstitucional, se ha desarrollado una **Guía Ambiental para la Formulación de Planes de Pretratamiento de Efluentes Industriales**, la cual se presenta como un instrumento para realizar una adecuada gestión en la prevención, control y mitigación de la contaminación hídrica de origen industrial, adoptando para el caso los enfoques modernos de producción mas limpia, control en la fuente y sistemas de calidad total que incorporan los escenarios de gestión ambiental empresarial. Coherente con los planteamientos sectoriales, la Guía aquí presentada, considera y complementa los criterios incorporados en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Desarrollo Económico.*

La presente Guía espera constituirse en la herramienta técnico-administrativa, que permita el mejoramiento continuo de los procesos de planificación, manejo y control de los efluentes industriales a escala municipal y/o distrital, con la finalidad que este importante sector de la economía contribuya al desarrollo sostenible del País, en el marco del mejoramiento de la calidad de vida y la conservación de los recursos hídricos nacionales.

JUAN MAYR MALDONADO
Ministro del Medio Ambiente

GUÍA AMBIENTAL PARA LA FORMULACIÓN DE PLANES DE PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

CONTENIDO

	PÁG.
CAPÍTULO PRIMERO INTRODUCCIÓN	
1. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO SEGUNDO GENERALIDADES	
2. GENERALIDADES	13
CAPÍTULO TERCERO ASPECTOS LEGALES E INSTRUMENTOS DE CONTROL	
3.1 INSTRUMENTOS NORMATIVOS	18
3.1.1 Límites Permisibles Basados en el Establecimiento de Carga Contaminante	19
3.1.2 Límites Permisibles Basados en el Establecimiento de Concentraciones Máximas de Vertimiento	21
3.1.3 Límites Permisibles Basados en el Control por Grupos Industriales	23
3.1.4 Relaciones CAR, UAU y ESP	24
3.2 INSTRUMENTOS ECONÓMICOS	27
3.2.1 Tasas Retributivas	28
3.2.2 Tarifa de Alcantarillado	28
3.2.3 Sanciones	28
3.2.4 Estímulos	29
3.3 PRIORIZACIÓN DE CONTROLES A INDUSTRIAS	30
3.4 PROGRAMAS DE MONITOREO	31
3.4.1 Muestras para Tasas Retributivas	32
3.4.2 Muestras para Verificación de Cumplimiento de Normas	32
3.5 PERMISOS DE VERTIMIENTO	33

**CAPÍTULO CUARTO
CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**

4.1	CONSUMOS DE AGUA EN INDUSTRIAS	36
4.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS VERTIMIENTOS	40
4.3	CLASIFICACIÓN DE GRUPOS INDUSTRIALES	40
4.4	CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE EFLUENTES INDUSTRIALES	44
4.4.1	Grupo de Alimentos	44
4.4.2	Grupo de Bebidas	46
4.4.3	Grupo de Textiles	47
4.4.4	Grupo de Curtiembres	48
4.4.5	Grupo de Papel	48
4.4.6	Grupo de Productos Químicos	49
4.4.7	Grupo de Jabones y Detergentes	50
4.4.8	Grupo No Metálicos	50

**CAPÍTULO QUINTO
SISTEMAS DE PRETRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**

5.1	USO EFICIENTE DE MATERIAS PRIMAS	53
5.2	USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA	55
5.2.1	Pérdidas de Agua	55
5.2.2	Prácticas de Operación	56
5.2.3	Recirculación y Reuso	56
5.3	SEPARACIÓN DE LÍNEAS	58
5.4	CAJAS DE AFORO Y MUESTREO	60
5.5	TRATABILIDAD DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	60
5.5.1	Prueba de Biodegradabilidad	62
5.5.2	Toxicidad	64
5.6	Componentes del Sistema de Tratamiento	64
5.6.1	Homogenización y Control de Caudales	66
5.6.2	Remoción de Sólidos / Carga Orgánica	67
5.6.2.1	Tamizado	67
5.6.2.2	Separación por Gravedad	68
5.6.2.3	Sedimentación Simple	68
5.6.2.4	Sedimentación con Ayudas	70
5.6.2.5	Flotación	70
5.6.2.6	Filtración	72
5.6.3	Neutralización – Cambio de pH	73

	PÁG.	
5.7	TRATAMIENTO SECUNDARIO	75
5.7.1	Sistemas Aeróbicos	75
5.7.1.1	Lodos Activados	76
5.7.1.2	Filtros Percoladores	77
5.7.1.3	Biodiscos (RBCs)	78
5.7.1.4	Otros Sistemas Aeróbicos	79
5.7.1.5	Sedimentadores	79
5.7.1.6	Eficiencia y Costos	79
5.7.2	Sistemas Anaeróbicos	79
5.7.2.1	Filtro Anaerobio	82
5.7.2.2	Proceso Ascensional de manto de lodos anaerobio (UASB)	82
5.7.2.3	Laguna Anaerobia	83
5.7.3	Manejo de Gases	83
5.7.4	Comparación Aerobios-Anaerobios	83
5.7.5	Lagunas Facultativas	83
5.8	TRATAMIENTO TERCIARIO	84
5.8.1	Adsorción	85
5.8.2	Oxidación Química	86
5.8.3	Resumen	86

CAPÍTULO SEXTO ASPECTOS AMBIENTALES RELACIONADOS

6.1	MANEJO DE LODOS	87
6.1.1	Aprovechables	87
6.1.2	No Aprovechables	89
6.1.3	Peligrosos	89
6.2	MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE LODOS	90
6.2.1	Espezamiento	91
6.2.2	Digestión Anaerobia	91
6.2.3	Digestión Aerobia	91
6.2.4	Estabilización con Cal	91
6.2.5	Disposición Final	92
6.3	OLORES	92
6.4	LOCALIZACIÓN	93
6.5	VECTORES	93
6.6	PAISAJE	93

**CAPÍTULO SEPTIMO
FICHAS AMBIENTALES**

IND-1	Verificación sistemas de Gestión Ambiental	96
IND-2	Licencias, Permisos y Trámites	98
IND-3	Cálculo de Cargas y Tasas	100
IND-4	Control de Contaminación en Sitio Origen- Alimentos	101
IND-5	Control de Contaminación en Sitio Origen- Sacrificio de Aves	103
IND-6	Control de Contaminación en Sitio Origen- Artes Gráficas	105
IND-7	Control de Contaminación en Sitio Origen- Textiles	108
IND-8	Control de Contaminación en Sitio Origen- Galvanoplastia	109
IND-9	Control de Contaminación en Sitio Origen- Curtiembres	111
IND-10	Control de Contaminación en Sitio Origen- Sacrificio de Ganado	113
IND-11	Uso eficiente del agua	115
IND-12	Separación de Redes de Drenaje	117
IND-13	Educación Ambiental	119
IND-14	Relaciones con la comunidad	121
IND-15	Monitoreo y control	124
IND-16	Control de Aire y Ruido	126
IND-17	Operación en situación normal	128
IND-18	Operación en situación de emergenciaOperación en situación de emergencia	130
	ANEXO No. 1 PERMISOS DE VERTIMIENTO	133
	BIBLIOGRAFIA	141

ÍNDICE DE CUADROS

3.1	NORMAS PARA DESCARGAS ORGANICAS DECRETO 1594/84 (ART. 73)	19
3.2	NORMAS PARA DESCARGAS DE SUSTANCIAS DE INTERES SANITARIO DECRETO 1594/84 (ART. 74)	20
3.3	GUIA PARA ESTABLECIMIENTO DE CONCENTRACIONES MÁXIMAS PARA DESCARGAS INDUSTRIALES A SISTEMAS DE ALCANTARILLADO	22
3.4	LÍMITES DE DESCARGA POR GRUPOS INDUSTRIALES	24
3.5	SANCIONES PECUNARIAS PROPUESTAS	29
3.6	PRIORIDADES Y FRECUENCIA DE CARACTERIZACION	31
3.7	ALTERNATIVA DE CONTROL POR CARGAS UNITARIAS URBANAS	31

	PÁG.	
4.1	CONSUMO DE AGUA POR SECTOR INDUSTRIAL	36
4.2	CARACTERIZACION DE EFLUENTES INDUSTRIALES	40
4.3	SECTOR LACTEOS	44
4.4	SECTOR FRIGORÍFICO	45
4.5	SACRIFICIO DE AVES	46
4.6	SECTOR DE LA CAÑA DE AZÚCAR	46
4.7	INDUSTRIA DE LA CERVEZA	46
4.8	SECTOR BEBIDAS	47
4.9	INDUSTRIA DE LICORES	47
4.10	TEXTILES PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS	47
4.11	CURTIEMBRES	48
4.12	INDUSTRIA PAPELERA	49
4.13	PRODUCTOS INORGÁNICOS	49
4.14	TINTES Y COLORANTES ORGÁNICOS	50
4.15	JABONES Y DETERGENTES	50
4.16	INDUSTRIA DEL VIDRIO	50
4.17	INDUSTRIA DEL CEMENTO, CAL, ASBESTO Y YESO	51
4.18	SECTOR DE LA GALVANOTECNIA Y ANONIZADO	51
5.1	RELACIÓN DE LA DQO/DBO ₅ DE LAS AGUAS INDUSTRIALES	63
5.2	COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS BIOLÓGICOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	84
5.3		86
6.1	GUIA PARA DISPOSICION DE LODOS	88
6.2	GUIAS PARA DISPOSICION DE LODOS mg/Kg (BASE SECA)	90

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL	14
2.2	ASPECTOS AMBIENTALES EFLUENTES INDUSTRIALES	15
3.1	RELACIÓN ESP – AUTORIDAD AMBIENTAL PARA CONTROL DE VERTIMIENTOS INDUSTRIALES	27
3.2	FLUJOGRAMA TIPO DE VERTIMIENTO	35
4.1	CLASIFICACIÓN DE INDUSTRIAS SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE SUS VERTIMIENTOS	43

5.1	CONTROL EN LA FUENTE MATERIAS PRIMAS	51
5.2	USO RACIONAL Y EFICIENTE DEL AGUA INDUSTRIAL	57
5.3	SEPARACIÓN DE LÍNEAS PARA EL CASO DE LA INDUSTRIA URBANA	59
5.4	SEPARACIÓN DE LÍNEAS Y LOCALIZACIÓN DE CAJAS DE INSPECCIÓN Y AFORO – AREA RURAL	59
5.5	CAJA PARA AFORO Y TOMA DE MUESTRAS	60
5.6	CAJA PARA AFORO Y TOMA DE MUESTRAS	61
5.7	RELACIÓN DBO/DQO	63
5.8	SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	65
5.9	SEPARACION DE SOLIDOS POR MEDIO DE REJILLAS	69
5.10	FLOTACIÓN SIMPLE - TRAMPA GRASAS	72
5.11	PROCESO DE TRATAMIENTO AEROBICO	75
5.12	LODOS ACTIVADOS	78
5.13	TANQUE SEDIMENTADOR	80
5.14	SISTEMAS AEROBIOS	80
5.15	PROCESO DE TRATAMIENTO ANAEROBIO	81
6.1	BARRERA NATURAL DE OLORES	91

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTO No. 1	SISTEMA DE HOMOGENEIZACION	66
FOTO No. 2	SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN	67
FOTO No. 3	SEPARACIÓN DE GRASAS Y ACEITES	68
FOTO No. 4	SISTEMA DE HOMOGENIZACIÓN	69
FOTO No. 5	SISTEMA DE FLOTACION CON AYUDAS	71
FOTO No. 6	SISTEMA DE FILTRACION	73
FOTO No. 7	NEUTRALIZACION DEL pH	74
FOTO No. 8	SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS	77
FOTO No. 9	SISTEMA DE BIODISCOS	79
FOTO No. 10	SISTEMA UASB	83
FOTO No. 11	LAGUNA PRIMARIA	84
FOTO No. 12	LAGUNA FACULTATIVA	85

INTRODUCCIÓN

El desarrollo productivo de país y la demanda de materias primas, dentro de estas los recursos naturales, como suministro de energía, como insumos de productos intermedios o finales o como receptores de desechos de procesos, debe ser controlada tanto por el propietario del proyecto como por los entes ambientales y municipales de tal manera que se garantice un equilibrio entre las necesidades del productor y las posibilidades que tiene el medio ambiente de aportar o soportar el uso de sus recursos. Es así, como ésta guía, presenta dentro del área del manejo de las aguas residuales de procedencia no doméstica, herramientas técnicas enmarcadas dentro del concepto de producción limpia, ambiental y legal para que el industrial, la autoridad ambiental, la administración municipal y la empresa operadora de los sistemas de alcantarillado, puedan ejercer una gestión ambiental efectiva en la reducción y control de los efluentes de tipo industrial.

La legislación nacional contempla normas que determinan, tanto procedimientos como consideraciones que los sujetos activos inmersos en el desarrollo industrial requieren. Dentro de los planteamientos aquí incluidos se exponen los condicionamientos de tipo jurídico existentes, necesarios para controlar el comportamiento de los efluentes líquidos industriales presentes a lo largo y ancho de nuestro territorio. Así mismo se proponen dos (2) esquemas adicionales de control industrial, (por agrupaciones gremiales o por procesos productivo similares). Estos planteamientos permitirán a los entes reguladores, tener alternativas de control adicionales, las cuales han sido aplicadas en diferentes zonas del país obteniendo resultados óptimos de regulación.

Esta guía ambiental la expide el Ministerio del Medio Ambiente, de manera que las actividades que se desarrollen se cumplan con las directrices ambientales de uso equitativo y eficiente, manejo racional, conservación y protección de los



recursos naturales, para de ésta forma complementar las Guías facilitadoras para uso y aplicación del RAS¹.

La Guía Ambiental es un instrumento dinámico orientador de la identificación y evaluación sobre el medio receptor, es decir que no dicta normas ya que no es ni un código ni un reglamento. En algunas ocasiones se transcriben tablas o factores específicos para facilitar al usuario de la Guía la comprensión de las exigencias evi-

tando el recurrir a documentación complementaria no siempre al alcance de la mano.

El Alcance de la Guía es la identificación de eventos que por su efecto sobre el medio, exigen evaluación de impactos y medidas ambientales de control, pero es de aclarar que no aplican en casos excepcionales, los cuales deben ser manejados por las autoridades competentes de acuerdo con sus condiciones particulares.

¹ *Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS, correspondiente a la Resolución No. 1096 del 17 de noviembre de 2000, del Ministerio de Desarrollo Económico.*

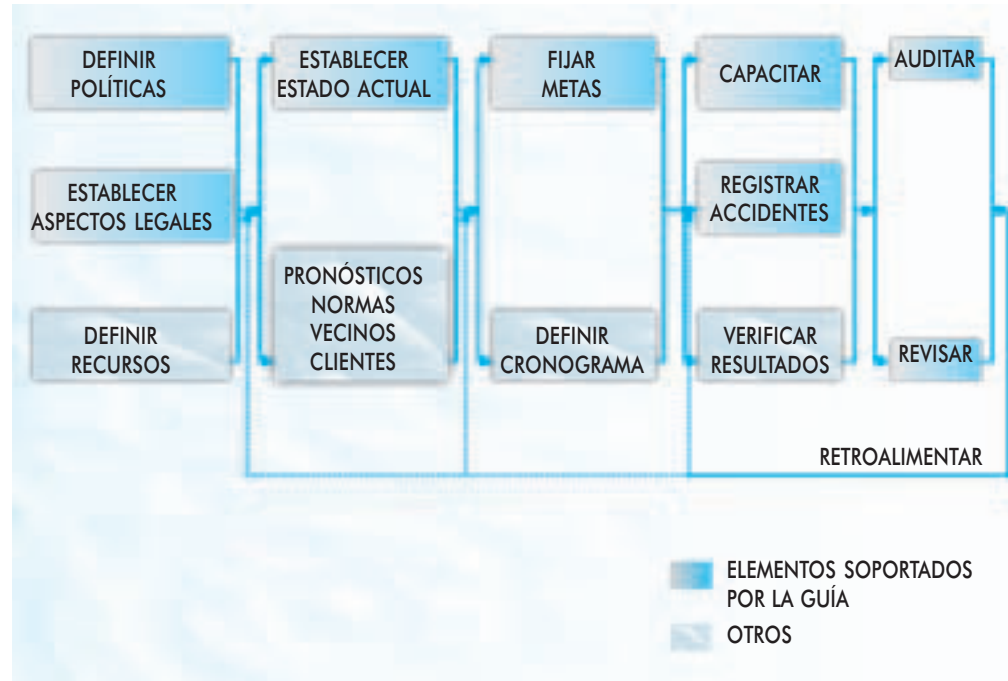
2. GENERALIDADES

En este documento se resumen guías para el manejo de aguas residuales industriales. Inicialmente, se presentan los impactos ambientales que los vertimientos pueden ocasionar sobre el medio ambiente, los cuales deben ser eliminados o minimizados mediante su tratamiento adecuado. Luego, se analizan las alternativas de control de efluentes industriales implantadas por las autoridades ambientales en el país, que en su mayoría consideran la combinación de la aplicación de instrumentos normativos y económicos. Posteriormente, se muestran las características de las industrias de mayor importancia y se propone una clasificación para facilitar su manejo según la calidad y/o impacto ambiental de sus vertimientos. Finalmente, se resumen las opciones más comunes para el pretratamiento de aguas residuales industriales que han sido aplicadas con éxito en los centros urbanos del país.

Esta guía está dirigida a entidades manejadoras del recurso hídrico, autoridades ambientales y empresas prestadoras de servicios públicos, razón por la cual presentan los aspectos legales y los instrumentos técnicos y económicos que pueden ser aplicados en la implantación de programas de control de vertimientos. Los aspectos legales son de obligatorio cumplimiento, mientras que la aplicación de los instrumentos técnicos y económicos deben ser ajustados de acuerdo con las características de las industrias localizadas en las respectivas áreas de jurisdicción y según las experiencias regionales.

También están dirigidas a las industrias de todo tipo para lo cual se consideró importante ajustar su contenido a los elementos básicos de los sistemas de gestión ambiental y normas ISO, los cuales se resumen en la Figura 2.1. El resumen legal sirve como base para fijar objetivos y políticas ambientales, mientras que los aspectos de uso racional y eficiente del agua, los procedimientos de muestreo y caracterización y la definición de los parámetros prioritarios para los grupos industriales más importantes, son útiles para determinar el estado de la industria en lo relacionado con el manejo del agua. La implantación de las medidas

FIGURA 2.1
PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL



de mitigación de la contaminación son base para definir metas ambientales, mientras que los procedimientos de caracterización son útiles para la verificación de resultados. El documento puede ser utilizado para la capacitación de los empleados por lo que se incluyen ayudas visuales complementadas con fichas de fácil manejo.

Las aguas residuales industriales pueden tener diferentes impactos ambientales desde el momento de su generación hasta su disposición final. Los impactos ocasionados en el lugar de origen de los vertimientos, están relacionados principalmente con la seguridad industrial puesto que, el manejo inadecuado de los residuos líquidos industriales puede generar accidentes de trabajo como quemaduras y en algunos casos, en enfermedades profesionales ocasionadas por la inhalación

de vapores de sustancias potencialmente tóxicas o cancerígenas. También pueden generar olores ofensivos que afectan tanto a los trabajadores como a la comunidad circunvecina. Éstos se presentan especialmente durante el tratamiento de los efluentes y en el manejo de lodos resultantes.

Una vez estos efluentes son transportados fuera de la empresa, cuando son vertidos a una red de alcantarillado, pueden afectar su funcionamiento si contienen sustancias corrosivas que atacan uniones y estructuras de cemento; si tienen contenidos elevados de aceites y grasas o de sólidos que se acumulan pueden ocasionar reducciones del diámetro efectivo de las tuberías y eventualmente su taponamiento. Este mal funcionamiento del alcantarillado puede ocasionar inundaciones locales que tienen una gran inciden-

cia sobre la salud pública, en la proliferación de vectores, y/o en la generación de olores ofensivos.

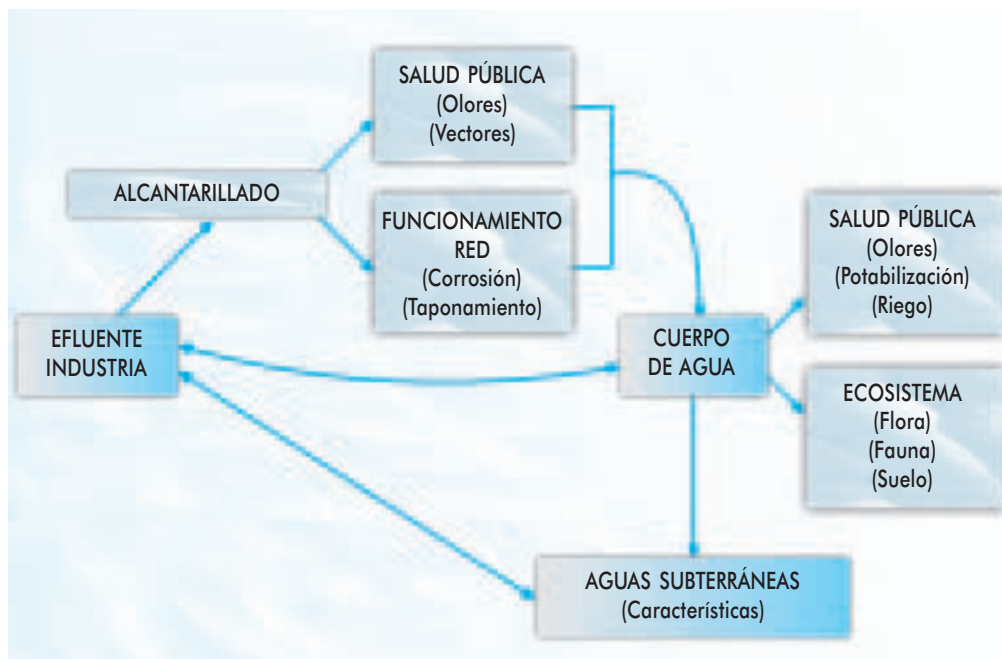
Cuando las aguas residuales tanto domésticas como industriales son llevadas a una planta para su tratamiento conjunto, en el ámbito municipal, se presenta un impacto ambiental positivo ya que se remueven diferentes sustancias contaminantes antes del vertimiento final; también, se pueden generar algunos impactos negativos asociados con aspectos paisajísticos, proliferación de plagas y generación de olores, entre otros.

Adicionalmente, cuando las aguas residuales son descargadas, sin tratamiento, a los cuerpos hídricos, se puede afectar el equilibrio biológico tanto en las aguas como en el lodo de fondo, especialmente si se tienen descargas

con altas temperaturas, detergentes, altas cargas orgánicas o con sustancias potencialmente tóxicas, cancerígenas y/o mutagénicas. (Sustancias de interés sanitario).

En otros casos, si la disposición final del vertimiento industrial se hace directamente a los suelos, las sales, ácidos, bases y aceites y grasas presentes pueden alterar sus características promoviendo procesos de salinización y de erosión. En caso de no existir capas impermeables en el subsuelo sobre el cual se hacen las descargas de aguas, se puede presentar contaminación de acuíferos con los consecuentes problemas de aumento en los costos de tratamiento para potabilización y/o los ocasionados por la disminución de fuentes de abastecimiento para riego o para agua potable por mala calidad. Esta situación se resume en la Figura No: 2.2.

FIGURA No: 2.2
ASPECTOS AMBIENTALES EFLUENTES INDUSTRIALES



Dadas las consideraciones anteriores, los componentes de un sistema de tratamiento de aguas residuales industriales incluyen:

- ❖ El uso eficiente del agua.
- ❖ La producción limpia.
- ❖ La conducción de los efluentes hasta su sitio de tratamiento (privado o municipal).
- ❖ El tratamiento preliminar o primario.

- ❖ El tratamiento secundario si es necesario.
- ❖ El tratamiento terciario si es necesario.
- ❖ El vertimiento y la disposición final.

Dependiendo de la clase de industria y de su complejidad se tendrán combinaciones de los anteriores componentes.

3. ASPECTOS LEGALES E INSTRUMENTOS DE CONTROL

El control de vertimientos industriales y el cumplimiento adecuado de la legislación ambiental son competencia de las entidades manejadoras del recurso hídrico. Las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y las Unidades Ambientales Urbanas (UAU) de las grandes ciudades deben velar por la preservación de los cuerpos de agua a los cuales son descargados los residuos líquidos industriales.

Para ello, deben implantar programas de control de vertimientos que consideren en el marco de la Legislación Vigente e instrumentos regulatorios y económicos. Los primeros comprenden las normas nacionales y locales, a través de las cuales se limitan las concentraciones y cargas de sustancias contaminantes en las descargas líquidas. Entre estas, se incluyen la carga orgánica (DBO_5 y DQO), los aceites y grasas, los sólidos suspendidos y sedimentables, algunos metales pesados y ciertas sustancias potencialmente tóxicas. Los instrumentos regulatorios han estado en vigencia desde 1984 cuando fue expedido el Decreto 1594 y han sido, hasta ahora, el principal medio para controlar la contaminación de aguas en el país.

Con motivo de la expedición de la Ley 99 de 1993, el control de la contaminación de aguas fue complementado con instrumentos económicos que contribuyen a la disminución de la contaminación de aguas, mediante cargos por contaminación o tasas retributivas definidas en el Decreto 901 de 1997 del Ministerio del Medio Ambiente y en sus resoluciones reglamentarias. En principio, estas se cobran proporcionalmente a la descarga de sólidos (SST) y de materia orgánica (DBO_5), pero pueden ser ampliadas e incluir otros parámetros.

Adicionalmente, las tarifas por servicio de alcantarillado motivan a las fábricas a tratar sus vertimientos y a disminuir el consumo de agua para minimizar los costos de producción.

Un programa efectivo de control de vertimientos industriales debe contemplar la combinación de ambos instrumentos. Para ello, es necesario disponer de personal técnicamente capacitado y de una organización administrativa adecuada. A continuación se presentan las alternativas disponibles para su aplicación.

Por su parte, las industrias que descarguen a cuerpos de agua, deben cumplir con lo estipulado en la legislación ambiental sobre vertimientos y obtener los permisos respectivos. La legislación específica se resume en el Anexo No: 1.

3.1 INSTRUMENTOS NORMATIVOS

Los instrumentos normativos han sido aplicados en diferentes países; en Estados Unidos, en donde cada estado es responsable de establecer las normas, en Bélgica, en India y en ciertos estados de Brasil, entre otros, las normas están relacionadas con los usos específicos del agua y establecen concentraciones máximas para compuestos tales como sólidos, carga orgánica, aceites y grasas, oxígeno disuelto, coliformes fecales y sustancias tóxicas. Este criterio también fue utilizado en el desarrollo del Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud.

La mayor dificultad en la implantación de estas normas está relacionada con la ausencia de información confiable sobre la calidad de las aguas superficiales que permita establecer criterios razonables de contaminación.

Adicionalmente no es fácil determinar el origen de la contaminación cuando los objetivos de calidad han sido incumplidos y se tienen varios usuarios descargando simultáneamente en un cuerpo de agua.

En otros casos, como en Turquía, China y en el estado de Río de Janeiro, en Brasil, se establecen normas para efluentes puntuales en donde se definen las concentraciones máximas para descargas. Este criterio también fue incluido en el Decreto 1594 de 1984 para sustancias de interés sanitario y para ciertos parámetros como pH, temperatura, aceites y grasas y sólidos sedimentables.

En Estados Unidos, las descargas también se limitan de acuerdo con los criterios de mejor tecnología practicable para el tratamiento de aguas en cuanto a remoción de los contaminantes convencionales (DBO, OD, SST y algunos metales) que consideran factores como antigüedad del equipo, tecnologías de producción, balance costos beneficios etc. Para el tratamiento de las sustancias tóxicas se debe aplicar la mejor tecnología disponible, situación que es más restrictiva y costosa.

En países como México, se establecen diferentes normas para descarga de acuerdo con la actividad industrial; cada sector industrial es objeto de una normativa.

En Colombia, el Departamento Administrativo del Medio Ambiente DAMA, ha fijado concentraciones máximas de descarga en su área de jurisdicción con base en las normas nacionales, complementadas con la incorporación de parámetros como carga orgánica (DBO, DQO) y sólidos en suspensión (SST) mientras que otras corporaciones,



como la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR y la Corporación Autónoma regional del Valle del Cauca CVC, fijan normas de descargas a usuarios individuales.

En concordancia con lo anterior, las autoridades ambientales tienen varias opciones para la aplicación de instrumentos normativos en función de la problemática regional, la capacidad institucional, y las características de los usuarios, entre las cuales están:

3.1.1 Límites Permisibles Basados en el Establecimiento de Porcentajes de Remoción de Carga Contaminante (Decreto 1594/84)

Considera el cumplimiento de las normas nacionales básicas o míni-

mas sobre vertimientos (Decreto 1594/84). Estas requieren que todo usuario industrial remueva un porcentaje definido de carga orgánica y de sólidos, y hace una diferencia entre los usuarios nuevos y los existentes en la fecha de expedición del Decreto. Establece también las normas de vertimiento para toda descarga al alcantarillado, en donde limita las descargas de carga orgánica, de sólidos, la concentración de aceites y grasas y el rango apropiado de pH (Cuadro No. 3.1).

Considera también ciertas sustancias de interés para las cuales se establecen concentraciones máximas (Cuadro No. 3.2), aunque la Autoridad Ambiental puede exigir verificaciones sobre parámetros no incluidos, si las características de un proceso productivo lo ameritan.

CUADRO No. 3.1 – NORMAS PARA DESCARGAS ORGÁNICAS SEGÚN DECRETO 1594/84 (Art. 73)

PARÁMETRO	DESCARGA A UN ALCANTARILLADO	DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA
pH	5 a 9 Unidades	5 a 9 Unidades
Temperatura	Máximo. 40°C	Max. 40°C
Grasas y Aceites	Remoción 80% Máximo 100 mg/L	Remoción 80%
Sólidos Suspendidos	Remoción 80% nuevo	Remoción 80% nuevo
	Remoción 50% usuario existente	Remoción 50% usuario
DBO en desechos	Remoción 80% nuevo	Remoción 80% nuevo
Domésticos	Remoción 30% usuario existente	Remoción 30% usuario existente
DBO en desechos Industriales	Remoción 80% nuevo	Remoción 80% nuevo
	Remoción 20% usuario existente	Remoción 20% usuario existente
Caudal Máximo	1,5 veces caudal promedio horario	

**CUADRO No. 3.2 - NORMAS PARA DESCARGA DE
SUSTANCIAS DE INTERES SANITARIO DECRETO 1594/84 (Artículo 74)**

SUSTANCIA	EXPRESADA COMO	CONCENTRACIÓN (mg/L)
Arsénico	As	0.5
Bario	Ba	5.0
Cadmio	Cd	0.1
Cobre	Cu	3.0
Cromo	Cr ⁺⁶	0.5
Compuestos Fenólicos	Fenol	0.2
Mercurio	Hg	0.02
Níquel	Ni	2.0
Plata	Ag	0.5
Plomo	Pb	0.5
Selenio	Se	0.5
Cianuro	CN	1.0
Difenil Policlorados	Concentración de Agente Activo	No Detectable
Mercurio Orgánico	Hg	No Detectable
Tricloroetileno	Tricloroetileno	1.0
Cloroformo	Extracto carbón Cloroformo (ECC)	1.0
Tetracloruro de Carbono	Tetracloruro de Carbono	1.0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	1.0
Sulfuro de Carbono	Sulfuro de Carbono	1.0
Otros compuestos Organo-clorados, cada variedad	Concentración de Agente Activo	0.05
Compuestos Organofosforados, cada variedad	Concentración de Agente Activo	0.1
Carbamatos		0.1

El cumplimiento del Decreto 1594 de 1984 es el requerimiento mínimo que las autoridades ambientales deben exigir a los usuarios del recurso en todo el país. Sin embargo, la verificación del cumplimiento de las normas establecidas en este decreto no es sencilla debido a la dificultad en establecer

cuales industrias o procesos son considerados como nuevos y son objeto de una norma más estricta. Está definido claramente como y cuando se debe medir la contaminación generada para tener la base para el cálculo del porcentaje de carga que debe ser removido.

Adicionalmente, la distinción entre usuarios nuevos y existentes no es técnicamente sustentable puesto que el impacto que un vertimiento pueda producir no depende de este factor sino de las características del vertimiento y del cuerpo receptor. Es por ello que las Autoridades Ambientales pueden realizar requerimientos más estrictos que los contemplados en este Decreto, establecer planes de gradualidad para su cumplimiento y/o controles adicionales como los que se presentan en los siguientes numerales.

La remoción de un porcentaje de carga contaminante, independientemente de la cantidad producida, permite el vertimiento de grandes cantidades de contaminantes a las industrias de gran tamaño con tecnologías obsoletas y exige tratamientos más estrictos para industrias que han implantado procesos o tecnologías limpias, así como a las industrias pequeñas para las cuales el volumen e impacto de los vertimientos no justifica una remoción de carga. Por eso es necesario plantear enfoques de control más efectivos y equitativos.

A pesar de ello, el Decreto 1594 de 1984 es una herramienta de control importante especialmente en el caso de establecimientos localizados en el sector rural, en donde se deben cumplir los criterios de calidad de aguas. Su implantación redundará en la disminución de las cargas contaminantes vertidas y debe ser aplicado como requerimiento mínimo.

3.1.2 Límites Permitibles Basados en el establecimiento de concentraciones máximas de vertimiento

Teniendo en cuenta que muchos de los grupos industriales adoptan paulatina-

mente la política de producción más limpia y reconvierten sus procesos productivos, y en consecuencia generan efluentes de muy bajo impacto que no ameritan la implantación de sistemas complejos de tratamiento de aguas residuales, las Autoridades Ambientales pueden establecer normas de vertimientos con límites máximos de concentraciones o cargas contaminantes de la forma como se propone a continuación.

El establecimiento de concentraciones máximas de descarga puede ser aplicado a industrias individuales localizadas en el sector rural, o a grupos industriales en el sector urbano. Las autoridades ambientales pueden restringir las normas de vertimiento establecidas en el Decreto 1594 de 1984 si consideran que se afecta o altera el uso posterior del recurso, haciendo uso del rigor subsidiario.

El DAMA en Bogotá, la CAR, la CVC, entre otras autoridades ambientales, han establecido concentraciones máximas para ciertas descargas industriales que vierten a los sistemas de alcantarillado, con el ánimo de controlar la calidad de las aguas que lleguen a las PTAR.

Las normas individuales deben ser establecidas de acuerdo con las cargas contaminantes vertidas por la industria y la capacidad de asimilación y usos del cuerpo receptor. Los vertimientos que se descarguen a pequeñas corrientes de agua o a corrientes que sean utilizadas como fuente de abastecimiento de agua potable, deben ser objeto de una norma más estricta según el caso.

En el caso de grupos industriales, además de los factores ambientales, se deben considerar limitaciones a las descargas de las sustancias que puedan afectar el transporte o el tratamiento de las aguas residuales municipales.

Previo al establecimiento de concentraciones máximas de vertimientos, es necesario considerar los aspectos técnicos y económicos para garantizar que dichas concentraciones sean

cumplibles y medibles de acuerdo con las tecnologías disponibles en el país. No se deben adoptar directamente estándares de otros países con condiciones ambientales y de desarrollo económico distintas a las nuestras, a no ser que cumplan con los requerimientos anteriores. Se enfatiza que el establecimiento de normas debe en todo caso ser concordante con los criterios mínimos establecidos en la legislación nacional.

CUADRO No 3.3 – GUÍA PARA ESTABLECIMIENTO DE CONCENTRACIONES MÁXIMAS PARA DESCARGAS INDUSTRIALES A SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

SUSTANCIA	EXPRESADA COMO	CONCENTRACIÓN (mg/L)
Arsénico	As	0.1
Bario	Ba	5.0
Cadmio	Cd	0.1
Carbamatos	Agente Activo	0.1
Cianuro	CN	1.0
Cinc	Zn	5.0
Cobre	Cu	3.0
Compuestos Fenólicos	Fenol	0.2
Compuestos Organoclorados	Concentración agente activo	0.1
Compuestos Organofosforados	Concentración agente activo	0.1
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	0.5
Cromo Total	Cr total	5.0
DBO ⁵	DBO	250.0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	1.0
Difenil policlorados	Concentración agente activo	No detectable
DQO	DQO	500.0
Grasas y Aceites	Mg/L	100.0
Manganeso	Mn	0.2
Mercurio	Hg	0.1



SUSTANCIA	EXPRESADA COMO	CONCENTRACIÓN (mg/L)
Mercurio Orgánico	Hg	No detectable
Níquel	Ni	2.0
Ph	Unidades	5 - 9
Plata	Ag	0.5
Plomo	Pb	0.5
Sólidos Sedimentales	mL/L/hora	10.0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	500.0
Sulfuros	S ⁻²	2.0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	1.0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	1.0
Temperatura	°C	< 40
Tensoactivos (SAAM)	mg/L	5.0

Resolución 1074/97 Dama, Modificada

En el Cuadro No. 3.3 se muestra una guía para el establecimiento de las concentraciones máximas para descarga del sector industrial urbano. Las concentraciones máximas permisibles de carga orgánica, de sólidos, de aceites y grasas y sulfuros, obedecen a su vez a criterios de transporte de aguas residuales en redes de alcantarillado, mientras que las restricciones en metales pesados y compuestos potencialmente tóxicos, son principalmente necesarios para garantizar un tratamiento biológico adecuado de las aguas residuales municipales, de modo tal que puedan ser rehusadas en agricultura y/o vertidas a las fuentes receptoras.

3.1.3 Límites permisibles basados en control por grupos industriales

Para un control efectivo la medición de un amplio número de parámetros no es necesaria, así ellos estén inclui-

dos en las normas legales. Cada grupo industrial genera vertimientos característicos según la naturaleza de sus procesos, por lo que se requiere únicamente el monitoreo de las sustancias relevantes en cada caso. La Autoridad Ambiental, para optimizar el uso de recursos económicos y técnicos, podrá establecer normas por grupos industriales como se propone a continuación.

El control por grupos industriales además de obedecer a razonamientos técnicos, se basa en aspectos económicos y de disponibilidad de tecnologías para cada sector industrial. En este caso, se establecen diferentes criterios de descarga para cada grupo, como se muestra en el Cuadro N° 3.4 de la página siguiente. Criterios que pueden ser más o menos estrictos dependiendo de la importancia del grupo industrial en una región o en una ciudad específica y de la capacidad de asimilación de los

cuerpos receptores. Para alcantarillados que descarguen a plantas de tratamiento municipales los límites máximos sugeridos de carga orgánica y de sólidos pueden ser incrementados, mientras que para cuerpos de agua con poca capacidad asimilativa los límites propuestos deben ser disminuidos.

Los límites aquí propuestos implican una reducción de carga orgánica o de sólidos superiores a 80% por lo que se da cumplimiento a la norma mínima legal. Esta opción no ha sido aplicada en el país pero puede ser aplicada siempre y cuando se dé cumplimiento al Decreto 1594 en la elaboración de los criterios de control y se expidan las resoluciones reglamentarias.

3.1.4 Relaciones CAR, UAU y ESP

El establecimiento de relaciones armónicas entre las entidades que controlan las descargas industriales dentro de las ciudades es vital para el desarrollo de un programa de pretratamiento industrial municipal. En el caso de cen-

tros urbanos, en general, los efluentes industriales son descargados a la red de alcantarillado. Puesto que el sistema de alcantarillado es propiedad de la empresa que presta el servicio de transporte de aguas residuales, o ha sido entregada por el municipio en concesión o en arrendamiento, las empresas de alcantarillado (ESP) pueden expedir las normas necesarias para evitar corrosión, incrustaciones y taponamientos, que impiden su buen funcionamiento, y simultáneamente las Autoridades Ambientales deben controlar los impactos ambientales de las descargas industriales lo cual se realiza mediante la expedición de permisos de vertimiento.

Dado que muchas de las sustancias controladas para la protección de la red de alcantarillado y para la preservación del medio ambiente son comunes, se puede presentar un doble control a los vertimientos industriales: uno por parte de la CAR y la UAU y otro por parte de las empresas de servicios de alcantarillado ESP.

CUADRO No. 3.4 – LÍMITES DE DESCARGA POR GRUPOS INDUSTRIALES

PARÁMETROS	PETRÓLEO Y PETROQUÍMICA	FERTILIZANTES	PLÁSTICOS Y POLÍMEROS	HARINAS	CERVEZA	LECHE Y DERIVADOS
pH (und)	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	5 a 9
Aceites y grasas (mg/L)	100		50		100	50
DQO (mg/L)	200		250	250		250
DBO (mg/L)	100	200	125		200	125
Sulfuros (mg)	0.5					
Cromo hexavalente	0.5					
Cromo total (mg/L)	5					



PARÁMETROS	PETRÓLEO Y PETROQUÍMICA	FERTILIZANTES	PLÁSTICOS Y POLÍMEROS	HARINAS	CERVEZA	LECHE Y DERIVADOS
Fenoles (mg/L)	0.2		0.2			
SST (mg/L)	100	100	100	200	250	200
Fluoruro		15	15			
Fósforo total (mg/L)		50				
NKT (mg/L)		100				
Sedimentable (mL/L h)			2	2		
SAAM (mg/L)						

PARÁMETROS	VIDRIO	PAPEL	GASEOSAS	JABONES Y DETERGENTES	VINOS	DESTILERÍA
pH (un)6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	
Aceites y grasas (mg/L)100	100	50		50	50	
DQO (mg/L)	200	300		600	600	800
DBO (mg/L)	125		250	300	300	400
Sulfuros (mg)						
Cromo hexavalente						
Cromo total (mg/L)						
Fenoles (mg/L)						
SST (mg/L)	100	400	300	250	250	250
Fluoruros						
Fósforo total (mg/L)	10				10	10
NKT (mg/L)					20	20
Sedimentable (mL/L-h)		10	2	2	5	2
SAAM (mg/L)				5		

PARÁMETROS	ARTES GRÁFICAS	CURTIEMBRES	SACRIFICIO DE AVES Y GANADO	RECUBRIMIENTO DE METALES	MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS
pH (un)	5 a 9	6 a 9	5 a 9	5 a 9	5 a 9
Aceites y grasas (mg/L)	100	100	50	100	50
DQO (mg/L)	200	600	500	200	300
DBO (mg/L)	125		250		
Sulfuros (mg)		1			
Cromo hexavalente		0,5		0,5	
Metales (mg/L)				Según 1594/84	
Fenoles (mg/L)	0,2	0,2			
SST (mg/L)	200	600	300	300	250
Fluoruros					
Fósforo total (mg/L)			10		
NKT (mg/L)			20		
Sedimentable (mL/l-h)	2	10	2	2	2
SAAM (mg/L)					5

Normas mejicanas modificadas

Tanto las entidades manejadoras del recurso hídrico como las ESP cuentan con bases legales para ejercer el control de los vertimientos industriales, como lo establecen la Ley 99 de 1993 y la Ley 142 de 1994 para cada caso. Las sustancias a controlar son las mismas, pero los criterios ambientales y los de protección al alcantarillado son diferentes, por lo cual las concentraciones máximas de descarga no son necesariamente iguales para ambos casos, por lo que se pueden presentar diferentes requerimientos a los industriales.

La dualidad de controles produce confusión en el sector industrial. Adicionalmente, en algunos casos, los requerimientos ambientales a industrias específicas pueden ser contrarios a las políticas municipales de transporte y descontaminación de aguas residuales, situación que se presenta cuando las Corporaciones exigen tratamientos completos a industrias urbanas antes de su descarga al alcantarillado, los cuales eventualmente se podrían llevar a cabo de una forma más eficiente y económica a nivel municipal.

FIGURA No. 3.1
RELACIONES ESP - AUTORIDAD AMBIENTAL
PARA CONTROL DE VERTIMIENTOS INDUSTRIALES



Para evitar esta situación de dualidad es indispensable el establecimiento de acuerdos interinstitucionales entre las Corporaciones y las ESP para que los controles de vertimientos sean realizados por una sola institución; o en caso que no sea factible, para que los requerimientos sean unificados e incluyan tanto los aspectos ambientales como de protección de la red de alcantarillado. Las Autoridades ambientales pueden celebrar convenios con las ESP que eviten duplicidades en el monitoreo a los industriales y que permitan compartir información entre las dos entidades.

En algunos casos, convenios entre las UAU y las empresas de servicios públicos permiten que el control a industrias urbanas sea realizado por la ESP y ésta responde como un usuario global ante la autoridad ambiental. En otros, los convenios establecen objetivos de calidad de aguas, que sirven tanto para la protección de la red de

alcantarillado como al recurso hídrico, y se unifican procedimientos de control de modo tal que los requerimientos que puedan formular las Autoridades Ambientales o las ESP son los mismos. Esta situación se resume esquemáticamente en la Figura 3.1 Ciudades como Bogotá y Medellín han implantado acuerdos de este tipo con buenos resultados.

3.2 INSTRUMENTOS ECONÓMICOS

Los instrumentos económicos consideran varios aspectos para controlar y/o prevenir la degradación de los recursos naturales. Entre ellos, se encuentran los cargos por emisión o tasas retributivas, las tarifas de alcantarillado, los cargos administrativos y los estímulos tributarios que aplican para el caso de la degradación de los recursos hídricos por efecto de vertimientos de aguas servidas.

3.2.1 Tasas retributivas

Las tasas retributivas y compensatorias reglamentadas en el Decreto 901 de 1997, deben ser aplicadas a todos los usuarios, residenciales o industriales, cuyos vertimientos se encuentren dentro de los límites permisibles que fije la ley. Inicialmente los parámetros considerados para la aplicación de tasas son los sólidos en suspensión (SST) y la carga orgánica (DBO₅). Para usuarios conectados a la red de alcantarillado la responsabilidad de las tasas las asume la ESP mientras que en los casos restantes la responsabilidad es de los usuarios individuales.

Su valor por kilo vertido ha sido establecido en el Decreto y en resoluciones reglamentarias, especialmente en la Resolución 327 de 1998 y puede variar dependiendo del cumplimiento de las metas regionales de descontaminación. A medida que los programas de control y descontaminación de aguas logren sus objetivos, las tasas serán menores.

Se han llevado a cabo las mediciones para establecer las tasas en los principales centros urbanos y en el caso de usuarios industriales se ha iniciado el procedimiento de cobro que implica en la mayoría de los casos la autoliquidación de la tasa para lo cual los industriales deben realizar la caracterización de sus efluentes.

Aquellas actividades que originen vertimientos y que no cumplan con las normas sanitarias, deberán pagar además de las tasas, multas y sanciones. Los cobros deben distribuirse proporcionalmente al grado de contaminación que los usuarios generen de acuerdo con la carga vertida.

3.2.2 Tarifa de alcantarillado

Por otra parte, la Ley 142 de 1994, o Ley de Servicios Públicos, en su definición de aspectos tarifarios para el servicio de alcantarillado (Art. 164), establece que las tarifas de los servicios deben incluir los costos en los cuales incurra la empresa prestadora del servicio para la preservación del medio ambiente, y los costos de las tasas que por ley se deban pagar.

El sistema de alcantarillado por definición incluye tanto el transporte como el tratamiento de las aguas residuales. Es así como la inclusión de costos ambientales en la tarifa de alcantarillado sirve también como incentivo para que el industrial disminuya el volumen de sus descargas.

Aunque actualmente las tarifas de alcantarillado son iguales para todas las industrias, independientemente de la calidad de sus vertimientos, en Bogotá se ha ensayado exitosamente la implantación de tarifas diferenciales para empresas que no cumplan con las normas de descarga. Estas pueden ser sometidas a tarifas más elevadas por servicio de alcantarillado para pagar los incrementos de mantenimiento de las redes ocasionados por sus descargas y los incrementos en los costos de los procesos de depuración de aguas residuales. Estas tarifas diferenciales deben ser justificadas mediante estudios de costos y son aprobadas por la Comisión Reguladora de Agua Potable CRA.

3.2.3 Sanciones

Actualmente, un porcentaje de las industrias no cumple con las normas de



CUADRO No. 3.5 – SANCIONES PECUNARIAS PROPUESTAS

SIN TÓXICOS		CON TÓXICOS	
CARGA (KG/DÍA)	SANCIÓN (SMM/DÍA)	VOLUMEN m ³ /DÍA	SANCIÓN (SMM/DÍA)
Más de 1000	10	Desde 250	50
Entre 100 y 1000	5	Entre 25 y 250	20
Entre 10 y 100	2	Entre 5 y 25	10
Menos de 10	1	Menos de 5	5

vertimientos. En estos casos, son precedentes las sanciones previstas en la Ley 99 de 1993 bajo el procedimiento establecido en el Art. 85 del decreto 1594/84, las cuales son las siguientes:

- ❖ Amonestación verbal
- ❖ Amonestación escrita
- ❖ Cierre preventivo de las actividades contaminantes
- ❖ Decomiso de productos
- ❖ Multas

Estas sanciones deben ser progresivas y dependientes del grado de contaminación causado, y son aplicables a todos los usuarios ambientales, incluyendo industrias y ESP.

Como lineamiento general si las amonestaciones o cierres temporales no surten efecto, la autoridad ambiental puede aplicar sanciones pecuniarias diarias iniciando con los cargos mostrados en el Cuadro No. 3.5 y que su valor aumente cuando se encuentre reincidencia en la infracción o por circunstancias particulares agravantes, de acuerdo con la magnitud del daño ambiental producido. Se resalta que las Autoridades Ambientales son autónomas en la definición de los criterios para la imposición de sanciones según su experiencia.

De este modo la sanción no sería nunca inferior a las tasas y el usuario se vería obligado a tomar medidas correctivas. La reglamentación jurídica de las sanciones se considera prioritaria para la implantación del control de industrias. En caso de reincidencia las ESP pueden suspender la prestación del servicio de alcantarillado a los infractores.

Adicionalmente, cuando se presentan mantenimientos no rutinarios del alcantarillado como consecuencia de descargas industriales, los costos asociados deben ser cargados directamente al responsable.

3.2.4 Estímulos

Los estímulos económicos se brindan al industrial para incentivar su inversión en producción limpia. Entre ellos, los más importantes son:

- ❖ Reducción impuesto predial para las industrias catalogadas como de bajo impacto ambiental bien sea por sus características o porque han implantado medidas adecuadas para el control de la contaminación. Para ello se requiere la expedición de un Decreto u Ordenanza municipal como la vigente en Bogotá.

- ❖ Exenciones tributarias (IVA y otros) para adquisición e importación de equipos de control de contaminación y producción limpia (Ley 223 de 1995).
- ❖ Ventanillas de asistencia técnica para Pymes en las cuales se brinda asistencia en temas ambientales gratuita o subvencionada
- ❖ Exención de pago de caracterización de vertimientos cuando el industrial cumple con las normas.
- ❖ Sellos verdes y programas Pread para otorgar certificaciones y estímulos a empresarios que lideren procesos de mejoramiento ambiental.

La combinación adecuada de sanciones y estímulos según las características de cada región, además de la realización de programas de información a los industriales sobre las normas, los objetivos de calidad locales y los procedimientos son los elementos que garantizan la efectividad de los programas de control de vertimientos.

3.3 PRIORIZACIÓN DE CONTROLES A INDUSTRIAS

Para priorizar las actividades de un programa de control de vertimientos industriales, es necesario levantar un registro de industrias en donde se establezca el consumo de agua, el caudal de los vertimientos y sus características principales.

En general, como resultado del levantamiento de la información, se tiene que en los centros urbanos unas pocas industrias son responsables de aproxi-

madamente 80% de la carga contaminante de origen industrial. Se encuentra también que un gran número de industrias de tamaño mediano y pequeño, son responsables de menos de 20% de la contaminación generada.

Para obtener una reducción significativa de la carga industrial que se vierte, es necesario concentrarse en aquellas industrias que aportan el mayor porcentaje del total, las cuales son las consideradas como prioritarias y de importancia ambiental alta como se muestra en el Cuadro No. 3.6 Esta priorización se hace de acuerdo con la carga orgánica y/o de sólidos generada y de sustancias potencialmente tóxicas; a mayor carga mayor prioridad. Como base para la elaboración de este cuadro se utilizó la experiencia del DAMA en la cual, después de realizado un inventario y muestreo general de las industrias se observó que aquellas que vertían carga orgánica superior a 10 Kg/día eran responsables de más de 80% de la contaminación generada en el sector industrial. Estas representaban menos de 2% del total de industrias. Por tanto, un control sobre un número limitado de industrias redundó en una disminución importante de la contaminación.

Dadas las limitaciones de recursos para el control es conveniente por tanto concentrarse en las pocas industrias que generan mayor contaminación, y posteriormente a medida de que los recursos lo permitan incluir controles rutinarios a industrias menos contaminantes. Los cuadros presentados deben ser ajustados según la naturaleza de las industrias ubicadas en el área de jurisdicción de cada entidad ambiental.



CUADRO No. 3.6 – PRIORIDADES Y FRECUENCIA DE CARACTERIZACIÓN

IMPORTANCIA	CARGA ORGÁNICA (KG/DÍA)	CARGA DE SÓLIDOS (KG/DÍA)	FRECUENCIA DE CONTROL
Prioritaria	100 o más	100 o más	1 trimestral
Alta	Entre 10 y 100	Entre 10 y 100	1 semestral
Mediana	Entre 1 y 10	Entre 1 y 10	1 anual
Baja	Menos de 1	Menor de 1	Al azar

De este modo, se busca identificar a los mayores contaminantes para hacerles un control más estricto. Este puede realizarse clasificando las industrias de acuerdo con la carga vertida y estableciendo límites bien sea en remoción porcentual de carga o en concentraciones para los diferentes parámetros, como se muestra en el Cuadro No: 3.7

De esta manera se controlan con mayor énfasis las industrias más contaminantes, para las cuales los requerimientos son más estrictos. Se reitera que el criterio para la priorización de industrias, de acuerdo con sus cargas, depende del número,

tamaño y objetivos de descontaminación regional por lo que los valores indicados pueden variar según el caso.

3.4 PROGRAMAS DE MONITOREO

Para asegurar el cumplimiento de las normas, es necesario disponer de un programa de control, basado en la toma y análisis de muestras aleatorias.

Se considera apropiado establecer una frecuencia diferencial de las visitas de control, por parte de la autoridad ambiental, y una exigencia a las industrias de reportes de la calidad de los vertimientos, de acuerdo con la carga

CUADRO No. 3.7 – ALTERNATIVA DE CONTROL POR CARGAS UNITARIAS URBANAS

IMPORTANCIA	CARGA ORGÁNICA	CARGA SÓLIDOS	% REMOCIÓN	OBJETIVO DE LA CALIDAD (mg/L)	OBJETIVO DE LA CALIDAD SST (mg/L)
Prioritaria	100 o más	100 o más	95	500	400
Alta	Entre 10 y 100	Entre 10 y 100	80	750	600
Mediana	Entre 1 y 10	Entre 1 y 10	85	1000	800
Baja	Menor de 1	Menor de 1	80	1250	1200

contaminante, según se muestra en el Cuadro No. 3.6. Los muestreos se hacen con mayor frecuencia en las industrias prioritarias y al azar en las de poco interés. De este modo se optimiza el uso de los recursos técnicos y humanos disponibles para el control. En cualquier caso para la realización de caracterizaciones industriales se deben seguir los procedimientos establecidos por el Ideam para identificación, manejo de muestras y realización de muestreos. Es importante verificar que los laboratorios que realizan las caracterizaciones estén debidamente acreditados ante esa institución. (www.ideam.gov.co/temas/calidad/acreditación)

3.4.1 Muestreos para Tasas Retributivas

Para estimar el monto de la tasa retributiva, el muestreo compuesto es más representativo de la calidad del vertimiento. Para industrias que tienen una producción uniforme, como las de bebidas, alimentos y textiles entre otras, la caracterización del vertimiento durante una jornada o un día continuo de producción es representativa de la calidad de la descarga. En otro tipo de industrias, como las curtiembres, la elaboración de productos farmacéuticos, y el acabado de metales, para caracterizar adecuadamente el vertimiento es necesario realizar el muestreo por períodos más largos de tiempo, para incluir las descargas puntuales más importantes o las que generan la elaboración de diferentes productos.

Aunque el muestreo puede ser realizado por la entidad controladora, en muchos casos especialmente cuando

se tiene un gran número de industrias en el área de jurisdicción, resulta impráctico y se puede acudir a la autoliquidación de tasas mediante el diligenciamiento por parte del industrial, de un formulario que debe incluir como mínimo la siguiente información:

- ❖ Nombre de la industria
- ❖ Ubicación
- ❖ Producción actual
- ❖ Número de descargas
- ❖ Caudales horarios y promedios durante el periodo de muestreo en m³/día
- ❖ Resultados de DBO y SST en g/m³ (mg/l)
- ❖ Cálculo de las tasas en \$/mes para sólidos y para carga orgánica de acuerdo con los valores asignados por el Ministerio del Medio Ambiente.
- ❖ Constancia del industrial de que no se disponen descargas adicionales a las reportadas.

3.4.2 Muestreos para Verificación de Cumplimiento de Normas

Si el objeto de la caracterización es verificar el cumplimiento de la norma, el muestreo puede ser realizado de manera puntual o compuesta, en diferentes periodos de tiempo, a criterio de la entidad controladora. Este muestreo puede ser realizado directamente por la entidad controladora, o por personal externo que ella contrate, para lo cual podrá adoptar las prioridades y frecuencias que se relacionan en el Cuadro 3.6.

En ambos casos, es importante realizar las mediciones de pH, temperatura, caudal y sólidos sedimentables en el campo, registrar esta información y comunicarla inmediatamente al industrial, el cual debe firmar el registro y realizar las observaciones que considere pertinentes. Las muestras que se llevan a los laboratorios para su análisis deben ser debidamente identificadas e incluidas en un protocolo de custodia, de acuerdo con los procedimientos establecidos por el Ideam (www.ideam.gov.co)

3.5 PERMISOS DE VERTIMIENTO

Para obtener un permiso de vertimiento, el industrial deberá presentar a la autoridad ambiental, junto con la solicitud la siguiente información:

- a) Nombre, dirección e identificación del peticionario, y razón social si se trata de una persona jurídica;
- b) Localización del predio planta industrial, central eléctrica, explotación minera y características de la fuente que originará el vertimiento, por medio de coordenadas geográficas amarradas al sistema geográfico nacional;
- c) Indicación de la corriente, depósito de agua o red de alcantarillado que habrá de recibir el vertimiento;
- d) Clase, calidad y cantidad de desagües, sistema de tratamiento, que se adoptará y estado final previsto para el vertimiento;
- e) Forma y caudal de la descarga expresada en litros por segundo, e indicación para realizar flujo continuo, discontinuo o intermitente;
- f) Los demás que la autoridad ambiental considere necesarios.

A la solicitud se acompañará un proyecto elaborado por un ingeniero o firma especializada preferiblemente inscrito ante la autoridad ambiental, de acuerdo con lo previsto en las normas legales vigentes, en el cual se detalle el proceso de tratamiento que se pretende adoptar para el efluente.

En el estudio de la solicitud de permiso de vertimiento a que se refiere el artículo 213 del Decreto 1541 de 1978, la autoridad ambiental, practicará las visitas oculares necesarias sobre el área con el fin de determinar si se trata de una corriente no reglamentada o cuyos vertimientos aún no están reglamentados. Los aspectos contemplados por éste Decreto son:

- a) Calidad de la fuente receptora;
- b) Los usos a que está destinada aguas abajo;
- c) El efecto del vertimiento proyectado, teniendo en cuenta los datos suministrados por el solicitante.
- d) Los usos a que está destinada la corriente receptora aguas arriba del sitio en donde se pretende incorporar el vertimiento, con el fin de analizar la capacidad de carga de la corriente, teniendo en cuenta el efecto acumulativo de las diferentes descargas frente a la proyectada.
- e) Otros aspectos específicos de la actividad que se pretende desarrollar, o del área o región en la cual

se va a desarrollar, necesarios para la protección de la salud humana o de los recursos naturales renovables.

Con base en los datos anteriores se establecerá la calidad que debe tener el efluente;

La autoridad ambiental podrá otorgar el permiso con fundamento en la clasificación de aguas, en lo expuesto por el solicitante y en los hechos y circunstancias deducidos de las visitas practicadas. En la resolución deberá consignar los requisitos, condiciones y obligaciones a cargo del permisionario, la indicación de las obras que debe realizar y el plazo para su ejecución.

El permiso de vertimiento no podrá ser invocado para excluir o disminuir la responsabilidad civil o penal en la que pudieren incurrir los permisionarios, quienes en todo caso están obligados al empleo de los mejores métodos para mantener la descarga en el estado que exija la autoridad ambiental.

El término del permiso de vertimiento se fijará para cada caso teniendo en cuenta su naturaleza, sin que exceda de cinco (5) años y podrá, previa revisión, ser prorrogado, salvo razones de conveniencia pública.

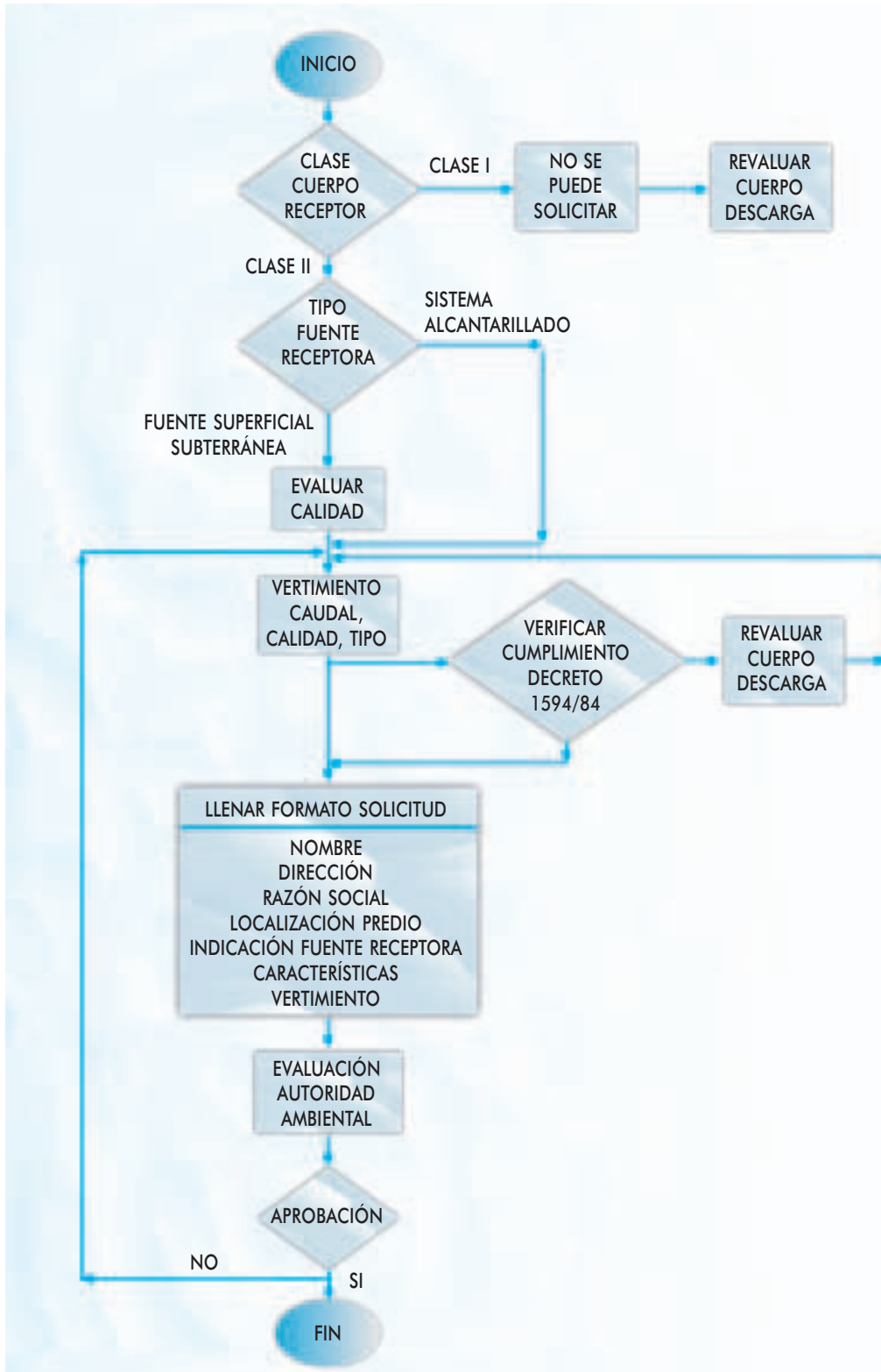
Los costos de la evaluación y supervisión estarán a cargo de los usuarios de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 955 del 26 de mayo de 2000 y en la Resolución 0192 del 12 de marzo de 1999.

Los titulares de permisos o concesiones, los dueños, poseedores o tenedores de predios, y los propietarios o representantes de establecimientos o industrias deberán suministrar a los funcionarios que practiquen la inspección, supervisión o control, todos los datos necesarios, y no podrán oponerse a la práctica de estas diligencias.

Los elementos y sustancias contaminantes se controlarán de acuerdo con la cantidad de masa de los mismos.

Para una mayor comprensión del trámite que se debe realizar para la obtención de este permiso, los pasos se resumen en la Figura 3.1. En algunos casos, especialmente cuando se descarga a redes de alcantarillado públicas las autoridades ambientales simplifican los trámites y en algunos casos las visitas no son necesarias puesto que los aspectos técnicos que deben verificar han sido suficientemente estudiados a nivel urbano. En la Figura No. 3.1 se muestra el flujograma correspondiente.

FIGURA 3.1 FLUJOGRAMA TIPO DE VERTIMIENTO



4. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

4.1 CONSUMOS DE AGUA EN INDUSTRIAS

Los consumos de agua para diferentes grupos industriales y servicios se presentan en el Cuadro No. 4.1. En él se muestran los consumos de agua que se pueden tener en condiciones apropiadas referidos a la unidad de producción. Esta tabla incluye los grupos industriales más importantes y los valores allí presentados son indicativos de un manejo apropiado de aguas en la industria. Incluye también los principales grupos de servicios, que aunque no son industrias, ocasionan vertimientos que pueden afectar la calidad de los cuerpos receptores. No obstante lo anterior, es necesario implantar programas de ahorro y uso eficiente de agua para optimizar su uso. Los datos que se presentan a continuación fueron establecidos de acuerdo con las experiencias de la EPA, CAR y los registros del DAMA para las industrias de Bogotá.

**CUADRO No. 4.1
CONSUMO DE AGUA POR SECTOR INDUSTRIAL**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CONSUMO AGUA L/UNIDAD
Alimentos		
Sacrificio de Ganado	Bovino	500



DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CONSUMO AGUA L/UNIDAD
	Porcino	250
	Ovino	200
Beneficio de Aves	100 aves	1200
Distribución de aves	100 aves	32
Pausterización Leche	Ton de leche	2500
Queso	Ton de producto	14800
Mantequilla	Ton de producto	20000
Helados	Ton de producto	2600
Leche condensada	Ton de producto	8200
Enlatado de frutas y vegetales	Ton de producto	10000
Enlatado de pescado	Ton de Producto	23000
Embutidos	Ton de producto	13000
Extracción Aceites de oliva	Ton	500
Aceites y grasa	Ton	3000
Sebos	Ton	3
Refinación azúcar	Ton	28000
Dulces	Ton	5000
Concentrados	Ton	300
Bebidas		
Destilación Alcohol	Ton de producto	50000
Cerveza	m ³ de producto	8000
Vinos	m ³ de producto	10000
Gaseosas	Ton de producto	6000
Jugos	Ton de producto	2500
Licores	Ton de producto	4000
Textiles		
Lana	Ton de producto	500000
Algodón	Ton de producto	300000
Rayón	Ton de producto	40000
Nylon	Ton de producto	120000
Acrílico	Ton de producto	200000
Poliester	Ton de producto	100000

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CONSUMO AGUA L/UNIDAD
Prelavado prendas	Unidad	100
Curtiembres		
Cromo	Piel curtida	800
Tanino	Piel curtida	300
Juguetes para animales	Ton	80000
Papel		
Papel	Ton de producto	
Pulpa Kraft	Ton de prod	60000
Pulpa sulfito	Ton de producto	90000
Recuperación cartón	Ton de producto	10000
Molinos	Ton de producto	20000
Químicos		
Acido sulfúrico	Ton de producto	1500
Acido fosfórico	Ton de P_2O_5	2800
Acido fosfórico Proc. Térmico	Ton de P_2O_5	4600
Amoniaco	Ton de producto	2000
Acido fluorhídrico	Ton de producto	11000
Aditivos construcción	Ton de producto	4500
Baterías de Auto	Unidad	6
Cosméticos1	Ton de producto	30000
Etileno, propileno, metanol, acetona, acetaldehído, acetato de vinilo, butadieno, acetileno, oxido de etileno, formaldehído, dicloruro de etileno, estireno, metilamina.	Ton de producto	12000
Acetaldehído, Acido acético, ácido acrílico, anilina, caprolactama, etilenglicol, dimetiltereftalato, fenoles, ácido teraftálico, acrilatos, paracresoles, metilmetacrilatos,	Ton de producto	12000
Caucho sintético	Ton de producto	19000
Resinas de poliestireno	Ton de Producto	5500



DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CONSUMO AGUA L/UNIDAD
Jabones	Ton de producto	2500
Detergentes	Ton de producto	2800
Detergente líquido	Ton de producto	5000
Refinación de glicerina	Ton de producto	10000
Gelatina	Ton de producto	400000
Refinación de petróleo	1000 m ³	65000
Refinación petroquímica	1000 m ³	100000
Pinturas	M ³	2500
Llantas	Ton de producto	35000
No metálicos		
Vidrio	Ton de producto	45000
Cemento	Ton de producto	500
Ceramica	Ton de producto	1000
Ladrillos	Unidad	0.5
Metálicos		
Hierro	Ton de producto	14000
Galvanoplastia Cobre, níquel, Zinc, Cadmio, Estaño	Ton de metal depositado	135000
Galvanoplastia Cromo	Ton de metal depositado	350000
Ensamble de vehículos	Unidades	4500
Otros		
Bombillos	Unidad	1
Imprenta	Ton impresa	2
Agro		
Cultivos en general	Hectárea cultivada	0.5 L/s
Floricultura	Hectárea total	0.25 L/s
Otros no industriales		
Empresas de Servicios de acueducto	Hab día	175
Lavado de vehículos	Auto	40 L
	Buses y camiones	80 L

FUENTE: WHO, CAR, DAMA Y MMA

Conociendo entonces la producción de una industria o su capacidad instalada, es posible proyectar sus necesidades de agua y definir las demandas que su operación genera en el recurso hídrico disponible en la región.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS VERTIMIENTOS

Las características de los vertimientos de los principales grupos industriales se indican en el Cuadro No. 4.2. En él se presentan los caudales, así como las principales cargas contaminantes referidas a la producción unitaria. Estas cargas son las que se tendrían si los vertimientos no fueran tratados antes de su descarga y sirven para estimar la importancia ambiental de una industria.

En este caso, con los datos de producción actual o de capacidad instalada es posible calcular las cargas contaminantes que se generen en caso de no realizar tratamiento y estimar sus efectos sobre el cuerpo receptor.

4.3 CLASIFICACIÓN DE GRUPOS INDUSTRIALES

La clasificación de las industrias de acuerdo con la calidad de sus vertimientos es útil para determinar cuales son ambientalmente más importantes en un área determinada. Su importancia es relativa puesto que depende de las condiciones locales, especialmente de la existencia del alcantarillado, de la disponibilidad de una planta municipal de tratamiento de aguas y del destino final de los vertimientos.

CUADRO No: 4.2 – CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTES INDUSTRIALES

TIPO DE INDUSTRIA	CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES								
	UNIDADES	Q (m3/und)	DBO (kg/und)	DQO (kg/und)	SST (kg/und)	AyG (kg/und)	OTROS 1 (Kg/und)	OTROS 2 (Kg/und)	OTROS 3 (Kg/und)
Alimentos									
Mataderos	Ton	5.3	6.4		5.2	2.8			
Sin recuperación de sangre			11						
Sacrificio aves	1000 aves	12	11.9	22.4	12.7	5.6			
Derivados de leche	Ton de leche	2	5.3		2.2				
Enlatados de frutas y vegetales	Ton	10	12.5	4.3					
Refinación aceite vegetal	Ton	57.5	12.9	21	16.4	8.5			
Molinos	Ton	1.1		1.6					
Refinación azúcar	Ton	28.6	2.6		3.9				



TIPO DE INDUSTRIA	CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES								
	UNIDADES	Q (m ³ /und)	DBO (kg/und)	DQO (kg/und)	SST (kg/und)	A y G (kg/und)	OTROS 1 (Kg/und)	OTROS 2 (Kg/und)	OTROS 3 (Kg/und)
Bebidas									
Destilación alcohol	Ton	50	220		257		pH 4.5-9.0		
Cerveza (sin malta)	m ³	8	7.5		14.5				
Cerveza (con malta)	m ³	10	8.6		14.7				
Vino	m ³	4.8	0.26						
Gaseosas	Ton	7.1	2.2		5.4		pH 4.5-12		
Textiles									
Lana	Ton	537	87	347	43		pH 2-12		
Algodón	Ton	317	155		70		pH 8-12		
Bnylon	Ton	125	45	78	30				
Acrílico	Ton	210	125	216	87				
Poliéster	Ton	100	185	320	95				
Curtiembres									
Curtiembres	Ton	35	89	258	138	20	Cr 3.5	S 7	pH 1-13
Madera									
Agregados	1000 m ²	4.1		7.3	1.1		Fen 0.5		
Papel									
Kraft	Ton	61.3	31		18				
Molinos	Ton	54		8	23		pH 4.5-9.0		
Molinos con recuperación agua	Ton	22		6.4	15.2				
Químicos industriales									
Ácido sulfúrico	Ton	1.62					pH bajo		
Ciclohexano, etilbenceno, cloruro de vinilo, BTX	Ton	8.3	0.11	2					
Metanol, acetona, metil amina, butadieno, acetileno, etileno, propileno	Ton	12.7	63	193					

TIPO DE INDUSTRIA	CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES								
	UNIDADES	Q (M3/UND)	DBO (KG/UND)	DQO (KG/UND)	SST (KG/UND)	AYG (KG/UND)	OTROS 1 (KG/UND)	OTROS 2 (KG/UND)	OTROS 3 (KG/UND)
Ácido acético, aniloina, etilenglicol, fenol, acrilatos	Ton	12.6	136	2500					
Tinturas orgánicas	Ton	450	136	2500			pH 4.5-9.0		
Jabones y detergentes									
Jabones	Ton	2.5	10.4	10	8.5	0.9	pH 4.5-9.0		
Detergentes	Ton	9	0.4	1.2	0.7	0.4			
Glicerina	Ton	10	20	40	4	2			
Detergentes líquidos	Ton		1.8	7.9	0.3				
Cola animal	Ton	457	580	1420	1920				
Llantas	Ton	37		0.78	1	0.12			
No metálicos									
Cerámicas	Ton	No							
Vidrio	Ton	45.9		4.6	0.7		pH 4.5-9.0		
Cemento proceso seco	Ton	5.1	No				pH 4.5-9.0		
Metálicos									
Electrodomésticos	Ton de lámina	55	19.3	82	8.3	3.4			
Electroplateado	Ton de ánodos Cu, Ni, Zn	1400-1815					Cu, Ni, Zn	pH extremos	CN
Recubrimientos electrolíticos	Ton de ánodos Cu, Ni, Zn, Cr						Cu, Ni, Zn, Cr	pH extremos	CN

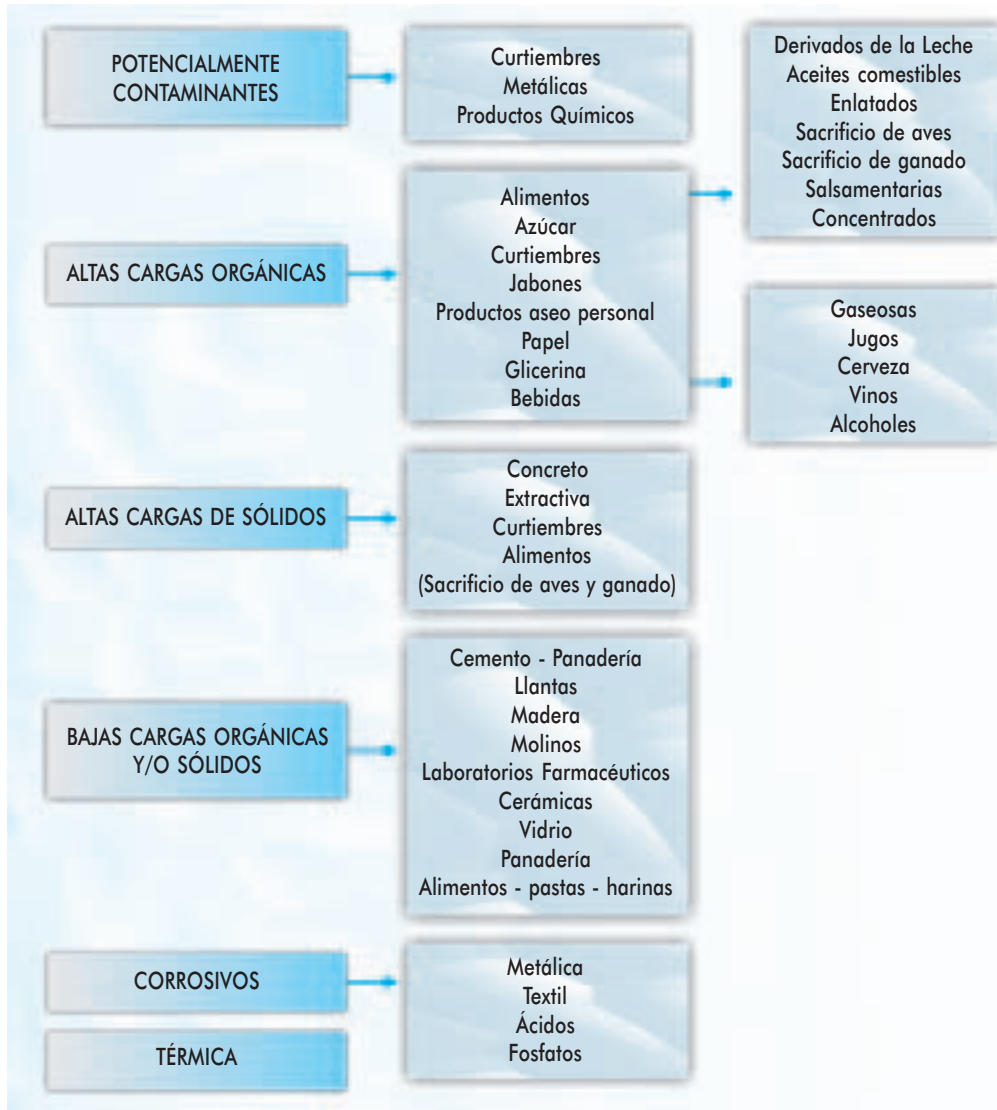
Fuente: CINSET

En la Figura No: 4.1 se muestra la clasificación general de las mismas. El primer grupo lo constituyen las industrias que tienen vertimientos potencialmente tóxicos, como las curtiembres, la industria metalmeccánica y de recubrimiento de metales y las de elaboración y/o manipulación de productos químicos en general. Cuando no son sometidos a tratamiento, sus vertimientos presentan valores que superan las nor-

mas ambientales que se presentan en el Cuadro No: 3.2, en la cual se resumen las sustancias de interés de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1594 de 1984.

En otro grupo se incluyen aquellas con efluentes corrosivos por tener un pH muy ácido o muy alcalino. En el caso de descargas al alcantarillado como vertimientos corrosivos se consideran

FIGURA No. 4.1 - CLASIFICACIÓN DE INDUSTRIAS SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE SUS VERTIMIENTOS



aquellos cuyo pH no se encuentran en el rango 5 a 9 unidades, mientras que para vertimientos a cuerpos de agua, como ríos, lagunas y océanos se consideran corrosivos los que no tengan un pH en el rango 6 a 8,5 unidades. En este grupo están las industrias de recubrimientos metálicos, los textiles y la fabricación de ácidos y sus derivados entre otros. Se resalta que en todo

tipo de industrias se pueden presentar vertimientos por fuera de los rangos establecidos especialmente si se utiliza soda en el lavado de equipos.

Se tiene también grupos industriales que generan altas cargas orgánicas, las cuales se miden en términos de DBO_5 o de DQO. A este grupo pertenecen las industrias de bebidas, los alimentos y

las de elaboración de productos de aseo personal principalmente.

Otra categoría agrupa las empresas que en su proceso generan cargas elevadas de sólidos en suspensión. En esta se incluye la industria extractiva, los concretos y las curtiembres.

En algunos casos también se pueden verter aguas con altas temperaturas como las provenientes de empresas textiles, que pueden ocasionar desbalances ecológicos por lo que también se considera esta clase especial

Por último, existe otro grupo cuyos impactos ambientales son reducidos y que cubre los establecimientos que tienen poco interés desde el punto de vista de generación de aguas residuales como son las industrias harineras y similares.

Es de resaltar que una industria específica puede ser incluida en varias categorías.

4.4 CARACTERIZACIONES TÍPICAS DE EFLUENTES INDUSTRIALES

De acuerdo con el documento “ Guía para la apreciación de la Contaminación Hídrica” del Ministerio del Medio Ambiente elaborado en 1997, a conti-

nuación se presentan una serie de caracterizaciones típicas, los cuales consideramos de interés involucrar en la presente guía con el fin que el usuario de la misma tenga un criterio de referencia de los efluentes para identificar el grado de contaminación que se produce por cada uno de los grupos industriales identificados anteriormente.

4.4.1 Grupo de Alimentos

❖ *Derivados de Leche*

Las aguas residuales de las lecherías son, generalmente neutras o un poco alcalinas, pero tiene tendencias a volverse ácidas muy rápidamente a causa de la fermentación del azúcar de la leche transformándose en ácido lácteo. La lactosa en aguas residuales de lecherías puede pasar a ácido cuando los cursos de agua están sin oxígeno y el bajo pH resultante puede causar la precipitación de la caseína. Las características de un efluente típico se ilustran en el cuadro No. 4.3.

❖ *Mataderos*

Los vertimientos de los corrales donde se encierra el ganado contienen excremento tanto líquidos

CUADRO No. 4.3 – SECTOR LACTEOS

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	6-8	>9.0
SST mg/l SST	50	180	800
DBO ₅ mg/l O ₂	40	300	500
DQO mg/l O ₂	50	600	1000
Grasas y aceites mg/l	20	80	400



como sólidos, cuya carga contaminante varía de acuerdo con la existencia de cobertizos y la frecuencia del lavado. En la zona de sacrificio, los desperdicios producen una cantidad considerable

de materia en suspensión, la sangre tiene mucho nitrógeno y se descompone con facilidad. Las concentraciones establecidas en el documento de la referencia² son las siguientes. (Ver cuadro 4.4):

**CUADRO No. 4.4 – SECTOR FRIGORÍFICO
SACRIFICIO DE GANADO Y PLANTAS DE PORCESAMIENTO DE CARNE**

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	6-8	<4.5 y >9.0
SST mg/l SST	50	180	900
DBO ₅ mg/l O ₂	40	1000	1200
DQO mg/l O ₂	50	1500	2500
Grasas y aceites mg/l	20	400	200
Nitrógeno total mg/l de N	40	180	120

❖ **Sacrificio de Aves**

Los vertimientos procedentes de las operaciones de preparación de la carne de aves contienen diversas cantidades de sangre, plumas, resto de carne, grasas, lavado de vísceras, alimentos digeridos y sin digerir, estiércol y partículas extra-

ñas. El estiércol del lugar de recepción y de alimentación, así como la sangre procedente de sacrificio y de las operaciones de colgar aves, son las que más contribuyen a la contaminación producida en el proceso. Las concentraciones establecidas son las siguientes. (Ver cuadro 4.5):

CUADRO No. 4.5 – SACRIFICIO DE AVES

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	6-8	<4.5 y >9.0
SST mg/l SST	50	150	500
DBO ₅ mg/l O ₂	40	450	900
DQO mg/l O ₂	50	500	1000
Grasas y aceites mg/l	20	45	300
Nitrógeno total mg/l de N		180	180

❖ **Refinación del Azúcar**

Las aguas residuales de la industria de la caña de azúcar, son aguas ricas en potasio, nitrógeno, fósfo-

ro, calcio y materia orgánica, por lo que tienen valor como fertilizantes y pueden ser utilizadas en beneficio del suelo y los cultivos. (Ver cuadro 4.6):

CUADRO No. 4.6 – SECTOR DE LA CAÑA DE AZUCAR

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	5.5	<4.5 y >9.0
SST mg/l SST	50	80	300
DBO ₅ mg/l O ₂	40	100	300
DQO mg/l O ₂	0	200	1000
Grasas y aceites mg/l	20	80	150

4.4.2 Grupo de Bebidas

❖ **Cerveza**

En las cervecerías los residuos líquidos provienen en su mayoría de las máquinas lavadoras de botellas, del lavado de las cubas de fermentación de las centrifugas, de

los filtros y de las descargas de las máquinas. La principal fuente de aguas residuales la constituyen los lavados de cocinas, tanques de fermentación y maduración, tanques de levaduras y sodas entre otros. Ver cuadros 4.7 y 4.8.

CUADRO No. 4.7 – INDUSTRIA DE LA CERVEZA

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	6-8	<4.5 y >9.0
SST mg/l SST	50	1200	4000
DBO ₅ mg/l O ₂	40	1080	1800
DQO mg/l O ₂	50	1800	3000
NKT mg/l de N	60	150	150
Grasas y aceites mg/l	20	60	300

❖ **Gaseosas**

Dentro de éste grupo está las bebidas tanto carbónicas o gaseosas, como no carbónicas. Los verti-

mientos se producen del lavado de botellas, producción de jarabes, tratamiento de agua y lavado de pisos.



CUADRO No. 4.8 – SECTOR BEBIDAS - BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	5.5	<4.5 y >9.0
SST mg/l SST	50	66	300
DBO ₅ mg/l O ₂	40	300	500
DQO mg/l O ₂	50	750	1000
Grasas y aceites mg/l	20	60	200

❖ **Destilación Alcohol**

Las operaciones que generan vertimientos líquidos en cantidades apreciables son: la destilación

que deja como residuos vinazas, y la depuración que produce flemaza. Ver cuadro 4.9.

CUADRO No. 4.9 – INDUSTRIA DE LICORES

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	6-8	<4.5 y >9.0
SST mg/l SST	50	60	1000
DBO ₅ mg/l O ₂	40	800	5000
DQO mg/l O ₂	50	1750	7000
NKT mg/l de N	60	150	180

4.4.3 Grupo de Textiles

Las sustancias contaminantes proceden de las impurezas naturales extraídas de las fibras y de los procesos químicos empleados en

la separación del tejido. Los vertimientos varían dependiendo del material que se trata. Los materiales se dividen en tres grupos: algodón, lana y fibras sintéticas. Ver cuadro 4.10.

CUADRO No. 4.10 – TEXTILES PRODUCCION DE MATERIAS PRIMAS

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	6-8	12
SST mg/l SST	50	48	800
DBO ₅ mg/l O ₂	40	90	500
DQO mg/l O ₂	50	280	1200

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
Cromo total mg/l Cr	2.0	0.68	4.5
Fenoles mg/l	0.05	0.5	1.0
Sulfuros mg/l	0.5	1.0	2.0
Grasas y aceites mg/l	20	150	600
Alcalinidad mg/l de CaCO ₃	30	200	2000

4.4.4 Grupo de Curtiembres

❖ *Curtido del Cuero*

La industria de curtiembres presenta una problemática ambiental compleja por cuanto sus vertimientos tienen una alta concentración en sólidos, materia

orgánica, nitrógeno, sulfuros y sales minerales particularmente de cromo. Estas aguas residuales con la presencia de metales pesados afectan seriamente la flora y fauna acuáticas por la acumulación y el traspaso de éstas sustancias a los tejidos a través de la membrana biológica. Ver cuadro 4.11.

CUADRO No. 4.11– CURTIEMBRES

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	6-8	<4.5 y >9.0
SST mg/l SST	50	48	800
SSs mg/l de SSs	2.0	3.0	50
DBO ₅ mg/l O ₂	40	108	600
DQO mg/l O ₂	50	360	2000
Cromo total mg/l Cr	2.0	0.45	4.5
Cromo hexavalente mg/l Cr+6	0.1	0.3	1.5
Grasas y aceites mg/l	20	100	250
Sulfuros mg/l	0.5	2.0	2.0

4.4.5 Grupo de Pulpa y Papel

❖ *Industria Papelera*

La fabricación del papel se puede dividir en dos fases: transformación de la madera en pasta y la fa-

bricación del producto final. Las principales fuentes de vertimiento en las fábricas de pulpa ó pasta son los líquidos de los digestores, y en las fábricas de papel las bati-doras. Ver cuadro 4.12.



CUADRO No. 4.12 – INDUSTRIA PAPELERA

PARAMETROS	Limite inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	6-8	<4.5 y >9.0
DBO ₅ mg/l O ₂	40	27	300
DQO mg/l O ₂	50	96	400
SST mg/l SST	50	18	300
Nitrógeno amoniacal	40	36	120
mg/l Grasas y aceites	20	23	150
mg/l	0.05	0.5	1.0
Fenoles mg/l	5.0	1.0	2.0

4.4.6 Grupo de Productos Químicos

❖ *Productos químicos Inorgánicos*

Las plantas químicas que producen o procesan ácidos inorgánicos, tales como ácido sulfúrico, nítri-

co y clorhídrico o bases como soda caústica y cloro, descarga así mismo residuos inorgánicos que alteran las condiciones existentes en los sistemas de alcantarillado y/o fuentes superficiales. Ver cuadro 4.13.

**CUADRO No. 4.13 – PRODUCTOS INORGÁNICOS
(Ácidos, sales minerales, potasa, soda)**

PARAMETROS	Limite inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	<4.5 y 9.0	<4.5 y >9.0
SST mg/l SST	50	125	250
SDT mg/l	40	250	500
DQO mg/l O ₂	50	630	900
Alcalinidad mg/l de CaCO ₃	30	120	120
Cloruros mg/l de Cl -	200	700	1000
Sulfatos mg/l SO ₄ =	200	700	1000
Mercurio mg/l de Hg	0.01	0.05	0.1

❖ *Tinturas Orgánicas*

Las principales características de sus residuos, de acuerdo con lo establecido en la referencia 1, son las siguientes:

CUADRO No. 4.14 – TINTES Y COLORANTES ORGANICOS

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	<4.5 y 9.0	<4.5 y 9.0
DBO ₅ mg/l O ₂	40	200	300
DQO mg/l O ₂	50	700	1000
Fenoles mg/l	0.05	0.5	1.0
Grasas y aceites mg/l	20	160	800

4.4.7 Grupo de Jabones y Detergentes

En la fabricación de jabón entran en ebullición grasas vegetales o animales, aceites vegetales o animales, o ácidos grasos artificiales o naturales en soluciones alcalinas.

Durante sus procesos se producen diferentes aguas residuales procedentes de la purificación de las grasas primarias, aguas con glicerol, aguas provenientes del proceso de saponificación, aguas de lavado y aguas de condensación. Sus características principales son las siguientes. Ver cuadro 4.15:

CUADRO No. 4.15 – JABONES Y DETERGENTES

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	6-8	<4.5 y 9.0
SST mg/l SST	50	80	200
DBO ₅ mg/l O ₂	50	500	2000
DQO mg/l O ₂	40	300	600
S.A.A.M mg/l	2.0	75	200
Grasas y aceites mg/l	20	40	150

4.4.8 Grupo No Metálicos

❖ Vidrio

Los efluentes de las industrias dedicadas a la fabricación del vidrio se resumen a continuación. Ver cuadro 4.16:

CUADRO No. 4.16 – INDUSTRIA DEL VIDRIO

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	6-8	<4.5 y 9.0
SST mg/l SST	50	90	300

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
DBO ₅ mg/l O ₂	40	300	500
DQO mg/l O ₂	50	700	1000
Fósforo total mg/l	10	15	20
Fluoruros mg/l de F -	6.0	15	20
Nitrógeno amoniacal mg/l	40	80	100
Plomo mg/l Pb	0.5	1.5	1.5

❖ **Cal, Cemento Seco**

Sus efluentes tienen las siguientes características:

CUADRO No. 4.17– INDUSTRIA DEL CEMENTO, CAL, ASBESTO Y YESO

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	6-8	<4.5 y 9.0
Temperatura oC	16-25	16-25	>40
SST mg/l SST	50	100	200
DQO mg/l O ₂	50	200	1000

❖ **Galvanoplastia**

CUADRO No. 4.18 – SECTOR DE LA GALVANOTECNIA Y ANONIZADO

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
pH unidades de pH	6-8	6-8	<4.5 y >9.0
DQO mg/l O ₂	40	80	400
SST mg/l SST	50	35	350
Grasas y aceites mg/l	20	40	200
Cromo total mg/l Cr	2.0	0.45	4.5
Cromo hexavalente mg/l Cr+6	0.1	0.05	1.0
Hierro total	2.0	3.0	10
Fenoles mg/l	0.05	0.5	1.0
Cianuros mg/l de CN -	0.1	0.05	1.0
Plomo mg/l Pb	0.5	0.75	1.5

PARAMETROS	Limite Inferior	Limite intermedio	Limite superior
Mercurio mg/l de Hg	0.01	0.05	0.1
cobre mg/l de Cu	0.5	5.0	10
Niquel mg/l de Ni	2.0	10	10
Cinc mg/l de Zn	3.0	20	20
Cadmio mg/l de Cd	0.1	0.5	0.5
Estaño	10	15	20
fluoruros mg/l de F -	6.0	10	20
Fósforo	10	10	20

5. MANEJO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

La selección de la alternativa más apropiada para el manejo de los residuos líquidos de una industria está determinada tanto por las normas ambientales como por la disponibilidad de la tecnología adecuada y el costo del sistema. Antes de instalar sistemas de tratamiento, es necesario evaluar las condiciones actuales de operación; en especial, lo relacionado con el uso del agua para asegurar que las dimensiones de las obras a ejecutar sean las apropiadas y al mismo tiempo optimizar los costos relacionados con las tasas por uso del recurso, tasas retributivas y compensatorias y servicios de acueducto y alcantarillado. En algunos casos al implantar procesos de reconversión tecnológica se puede reducir en gran medida la cantidad y el grado de contaminación de los efluentes. Así mismo es recomendable realizar estudios preliminares con el fin de asegurar que el tratamiento escogido cumple con los objetivos propuestos y con los requisitos exigidos por las entidades controladoras.

Se debe resaltar que las plantas de tratamiento de aguas residuales son un componente de un sistema de gestión ambiental, que en el caso de las aguas implica la realización de varias actividades que deben ser desarrolladas simultáneamente. Estas se presentan a continuación.

5.1 USO EFICIENTE DE MATERIAS PRIMAS

En los sistemas de gestión integral de la contaminación se analiza el ciclo de vida del producto. La elección de las materias primas es el inicio del ciclo de todo producto y su calidad incide en la magnitud de la contaminación que se genera en el procesamiento. De allí la importancia de utilizar materias primas menos

contaminantes. En ciertas industrias, como de las de alimentos, generalmente esto no es posible debido a las limitaciones naturales del mercado, que no permiten disponer de muchas alternativas de sustitución. Sin embargo, el industrial debe al menos conocer el origen de las materias primas, las prácticas de abono o de fumigación utilizadas, y verificar que el proveedor cumpla con las normas ambientales y fitosanitarias nacionales. En el caso de aditivos, colorantes, harinas y similares se debe exigir que en su elaboración se dé cumplimiento a las normas ambientales, o que al menos tenga un plan de manejo que considere las acciones tendientes a lograr su cumplimiento.

En otra clase de industrias, como la de recubrimiento electrolítico las materias primas pueden contener compuestos potencialmente tóxicos como cianuros y metales que pueden ser reemplazados parcial o totalmente por otros, lo cual hará que el producto terminado sea más limpio desde el punto de vista ambiental, y que los efluentes tengan concentraciones menores de sustancias contaminantes. En los casos de colorantes, tintas, y pigmentos la presencia de metales pesados es indeseable y se deben utilizar materias primas que no los incluyan en su composición.

El cambio o sustitución de materias primas implica generalmente un aumento en los costos de producción, incremento que es generalmente compensado con la reducción de los costos de los sistemas de tratamiento de residuos y en su operación, y por otra parte el mercado prefiere los productos ambientalmente amigables.

El control del gasto de materias primas es una de las medidas más efectivas para la reducción de la contaminación. La materia prima se debe recibir y almacenar a granel, de ser posible, para evitar el manejo de empaques y las pérdidas del producto. Se debe llevar un control diario y permanente sobre su inventario, para detectar excesos en su uso o malas prácticas de manejo. Los consumos que no corresponden con la formulación establecida pueden resultar en la mala calidad del producto elaborado, si son inferiores, o en la generación de contaminación adicional como residuo sólido o en los vertimientos, cuando son superiores.

Por tanto en todos los casos es necesario adoptar prácticas que han demostrado ser útiles para disminuir la contaminación originada con el uso de materias primas, sin causar un impacto negativo en la eficiencia o productividad, ver Figura 5.1. Como se mencionó anteriormente, el uso eficiente considera también asegurar que las materias primas se conviertan en producto terminado, mediante un control estricto de las variables del proceso como la temperatura, la presión, el tiempo y el control de mezcla, o con la reconversión a procesos con requerimientos menores de consumo de agua, energía o materias primas. La implementación de estas prácticas, puede resultar en la disminución de los consumos actuales y en una optimización de la calidad del producto, y en la rentabilidad de la empresa.

Los productos terminados que por alguna razón no cumplen con ciertas propiedades físicas, por una dosificación irregular de materia prima pueden ser devueltos al inicio del proceso para su reuso, si las condiciones y

**FIGURA No. 5.1 – CONTROL EN LA FUENTE
MATERIAS PRIMAS**



buenas prácticas lo permiten. En otros casos sobrantes de producto terminado pueden ser recirculados o reprocesados como es el caso de ciertos productos plásticos. Todas las prácticas anteriores minimizan la generación de residuos sólidos y también la de los residuos líquidos.

Las actividades anteriores deben reforzarse con capacitación a los operarios para que ellos tengan una conciencia ambiental más definida y comprendan su importancia. Esta capacitación debe ser continua y periódica.

5.2 USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA

La actividad de elaboración, acabado y/o empaque de productos, requiere de cierta cantidad de agua. Esta es utili-

zada en las diferentes etapas de la producción y/o por los operarios de la misma empresa.

La comparación del consumo de agua de cualquier industria con los valores mostrados en el Cuadro No. 4.1 permite la primera conclusión sobre la utilización del agua: si el consumo es superior al promedio, existe un uso no adecuado del recurso que puede deberse a fugas en las tuberías de conducción o a malas prácticas de operación.

5.2.1 Pérdidas de agua

El primer indicio de la existencia de fugas en tuberías es la existencia de consumos de agua elevados, aún cuando la industria no está en funcionamiento, por las noches o durante el fin de semana. Estas fugas son confirma-

das mediante lecturas del contador de acueducto, efectuadas al finalizar la jornada de trabajo y justo antes de reiniciarlo. Si se registra un consumo, seguramente existen escapes en las tuberías, en las máquinas, en los baños o en la cafetería o en las cisternas de los sanitarios. Se debe proceder inicialmente a la revisión visual de las instalaciones y en caso de persistir la anomalía, detectar el sitio de la fuga mediante la detección de humedad persistente en el piso o mediante la utilización de geófonos.

5.2.2 Prácticas de operación

El desperdicio de agua en las industrias es una situación bastante común que puede ser ocasionada por:

- ❖ Disponibilidad excesiva de puntos de agua. El agua es una materia prima que debe ser controlada; por tanto la existencia de un punto de agua debe estar justificada y su utilización controlada por el supervisor. Entre menos puntos se tengan menor consumo se tendrá y las operaciones de lavado serán realizadas adecuadamente, puesto que se desestimula el lavado por arrastre.
- ❖ Diámetros de las mangueras superiores a los necesarios/mangueras sin válvulas de pistola. Los caudales que se tienen en mangueras de diámetro pequeño y provistas de pistolas reguladoras son menores y casi siempre son suficientes para la realización de operaciones rutinarias de limpieza de equipos, piezas y pisos.
- ❖ Falta de controles de tiempo en el llenado de recipientes y en los lavados de los productos y/o equi-

pos. En las industrias que utilizan agua como principal materia prima (gaseosas, bebidas, jugos, ciertos productos cosméticos etc.) el llenado manual de tanques generalmente resulta en el desperdicio del agua cuando no se tiene un control estricto en esta operación.

- ❖ Falta de reutilización de aguas de enfriamiento, aguas de lavado y/o de aguas lluvias. Todas las anteriores son aguas de buena calidad que con tratamientos simples pueden ser usadas en limpieza de pisos, en jardines o en el mismo proceso.
- ❖ Falta de medición en las diferentes áreas de producción. La falta de control en las diversas áreas productivas implica una dilución de responsabilidades en cuanto al manejo del agua. La instalación de contadores en las diferentes áreas permite un control adecuado sobre consumos y la asignación de responsabilidades específicas.
- ❖ Control no adecuado de las variables de proceso (temperatura, tiempos, pHs etc.)

Los anteriores aspectos deben ser estudiados en cada industria y las medidas correctivas implantadas tan pronto sea posible. Las evaluaciones deben ser realizadas al menos dos veces por año.

5.2.3 Recirculación y Reuso

Una vez eliminadas las pérdidas e implantadas las buenas prácticas de manejo de aguas, es necesario evaluar si las necesidades del sector industrial pueden ser satisfechas con aguas de menor calidad que la suministrada por las empresas de servicios públicos o

aguas potabilizadas. El riego de jardines, el lavado de pisos, el lavado de vehículos son actividades que, en la mayoría de los casos, no requieren agua potable. Los sistemas de aire acondicionado y de enfriamiento industrial y el tratamiento de gases, entre otros, pueden ser actividades propicias para el reuso de aguas provenientes de otros procesos.

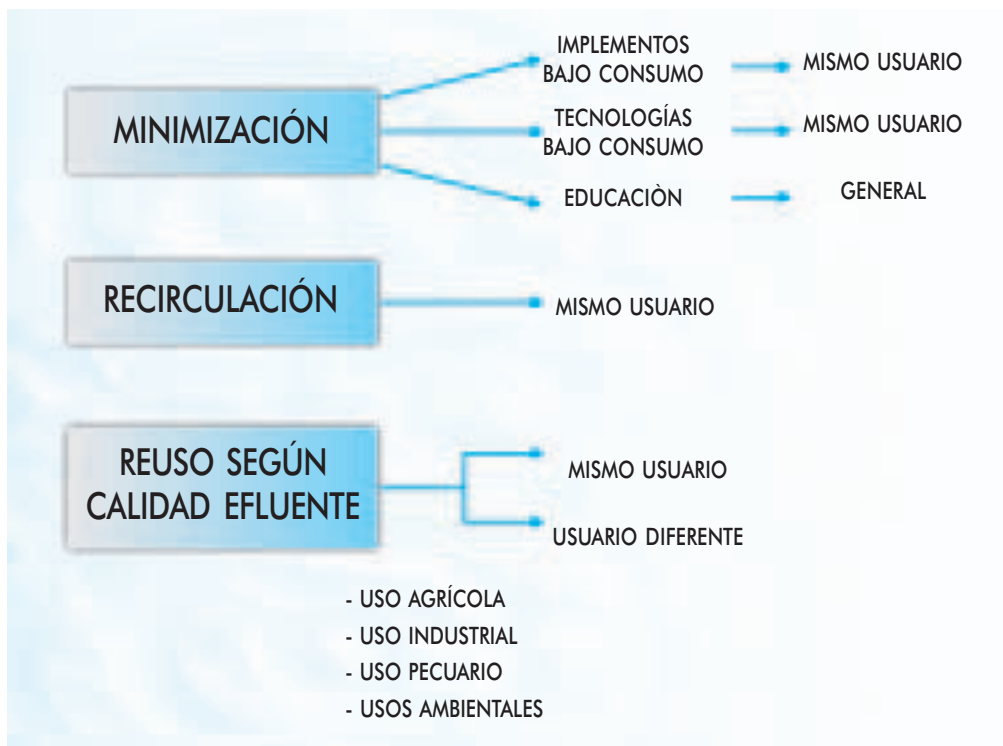
En resumen, varias prácticas son útiles para disminuir consumos sin causar un impacto negativo en la eficiencia o productividad. Como se muestra en la Figura 5.2. estas son: la minimización del uso, que consiste en la instalación de utensilios y equipos que controlan el gasto (Decreto 3102/98).

En otros casos, especialmente las aguas que han sido utilizadas en ciertos procesos pueden ser tratadas y retornadas al mismo proceso que las originó, como es el caso de los sistemas de enfriamiento (Recirculación).

La otra práctica es la del reuso o uso de un efluente en un proceso o en una actividad diferente a la que lo generó. Se puede dar el caso de reuso dentro de una misma actividad, como en el sector industrial, o en otra actividad diferente por ejemplo en riego. El reuso es conveniente para muchas industrias que no requieren agua de gran calidad para sus procesos.

Como se observa el buen manejo del agua es la implantación de una o de

FIGURA No. 5.2
USO RACIONAL Y EFICIENTE DEL AGUA INDUSTRIAL



varias opciones que redundan en la disminución del volumen de agua captada, del volumen y carga del vertimiento y de los costos de descontaminación para cumplir con la normatividad ambiental. El potencial general de reusos de aguas en Colombia y los criterios de calidad de agua generales se presentan en la Guía relacionada con Sistemas de Alcantarillado y Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

El reuso de agua en procesos industriales depende de los requerimientos específicos de cada sistema productivo y de la factibilidad técnica y económica de separar líneas de drenaje para conducir las aguas de buena calidad por una línea independiente. Cada caso debe ser analizado individualmente. Por ejemplo, la industria de alimentos requiere aguas de muy buena calidad en el procesamiento y en el lavado de las instalaciones por lo que algunas prácticas de reuso no son aplicables; las aguas utilizadas en curtiembres no requieren ser potables, y pueden ser de menor calidad en la mayoría de sus procesos; las industrias de textiles y papel requieren agua de calidad intermedia. La factibilidad del reuso en estos casos debe ser estudiada por los propios industriales de acuerdo con sus necesidades y requerimientos.

El reuso en el sector industrial implica una inversión económica, especialmente en la adecuación de las instalaciones para la separación de las líneas de drenaje, y en el bombeo y la adecuación de la calidad. Esta inversión es, en muchos casos, compensada con la reducción de los costos de operación que se tienen por la disminución de consumos de agua, del menor consumo de materias primas, y con la dismi-

nución de los montos de las tasas retributivas.

Una vez se tenga un uso adecuado del agua, y obtenidos consumos del orden de magnitud indicado en el Cuadro No: 4.1 se puede proseguir con la descontaminación de efluentes industriales, con la certeza de que las obras y sistemas que decida instalar estarán debidamente dimensionados para tratar la mínima cantidad de vertimientos que debe generar el proceso.

5.3 SEPARACIÓN DE LÍNEAS

La separación de las aguas lluvias y las aguas residuales tiene el propósito de asegurar que el volumen y la clase de aguas a tratar sea el apropiado. Las aguas lluvias no requieren tratamiento antes de su descarga. Su conexión a la red de aguas residuales industriales no es deseable puesto que implica la construcción de sistemas de tratamiento de mayor tamaño y afecta su operación y su eficiencia. Por tanto la separación de los drenajes internos tiene ventajas de recuperación de materias primas y menores costos de tratamiento.

En algunos casos, también es necesario separar las aguas residuales domésticas de las aguas residuales industriales. Esto es importante cuando la industria se encuentra asentada en áreas urbanas en las cuales se tienen plantas de tratamiento a nivel municipal. Las aguas residuales de origen doméstico provenientes de la industria no requieren ser tratadas antes de su descarga al alcantarillado. Su tratamiento resulta más eficiente y económico en la planta municipal. (Ver Figura No: 5.3)

FIGURA No. 5.3 – SEPARACIÓN DE LÍNEAS PARA EL CASO DE LA INDUSTRIA URBANA

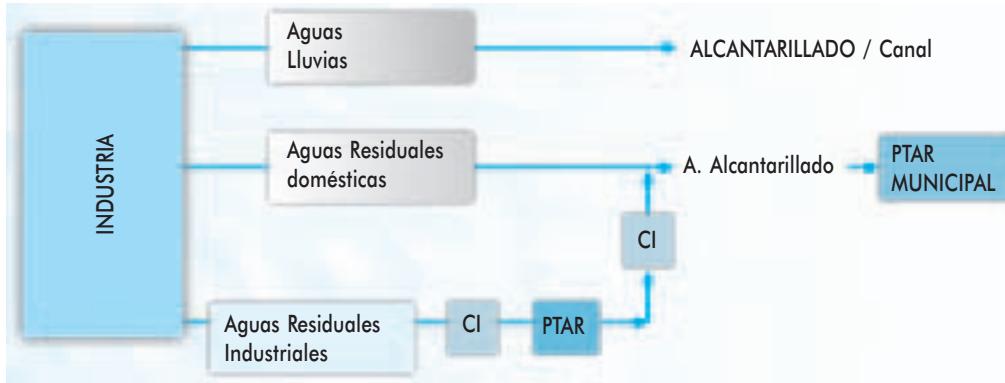
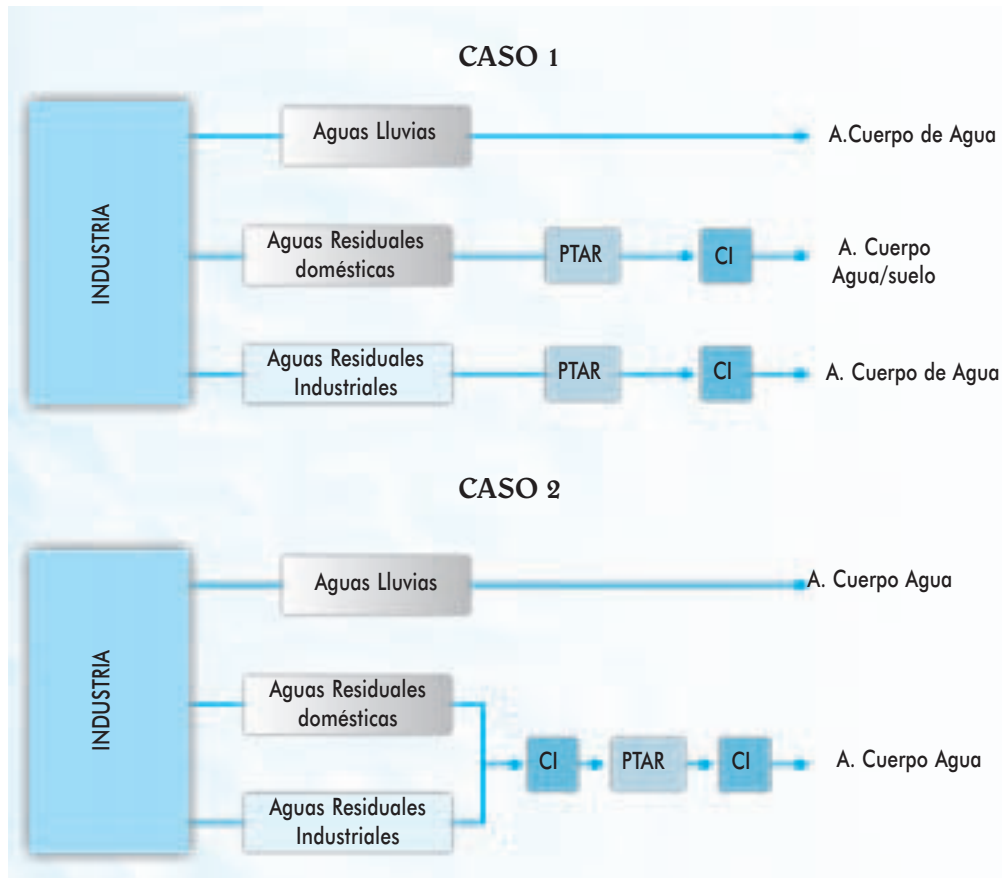


FIGURA No. 5.4 – SEPARACIÓN DE LÍNEAS Y LOCALIZACIÓN DE CAJAS DE INSPECCIÓN Y AFORO – AREA RURAL



CI = Caja de inspección
 PTAR = Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

En otras ocasiones, cuando la industria está ubicada en el área rural y/o descarga a un cuerpo de agua o terreno, el tratamiento de los vertimientos de origen doméstico es indispensable, y puede ser llevado a cabo en conjunto con el de las aguas residuales industriales, como se muestra en la Figura No: 5.4

5.4 CAJAS DE AFORO Y MUESTREO

Con el propósito de verificar el cumplimiento de las normas ambientales, es necesario disponer de cajas de aforo y muestreo antes y después del tratamiento de aguas. Cuando es factible, las autoridades ambientales exigen que esta última sea externa al predio. Esta

caja, cuyo diseño puede variar de acuerdo con las condiciones locales, se presenta en forma esquemática en la Figuras No. 5.5 y 5.6, debe ser construida por el industrial fuera de las instalaciones de su empresa, en la zona verde o en el andén, si la industria es urbana, o en el límite del predio si la industria es rural, asegurándose que a ella lleguen únicamente las aguas residuales.

5.5 TRATABILIDAD DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Aunque todas las aguas residuales industriales requieren un pretratamiento para remover las sustancias y elementos que

FIGURA No: 5.5 – CAJA PARA AFORO Y TOMA DE MUESTRAS

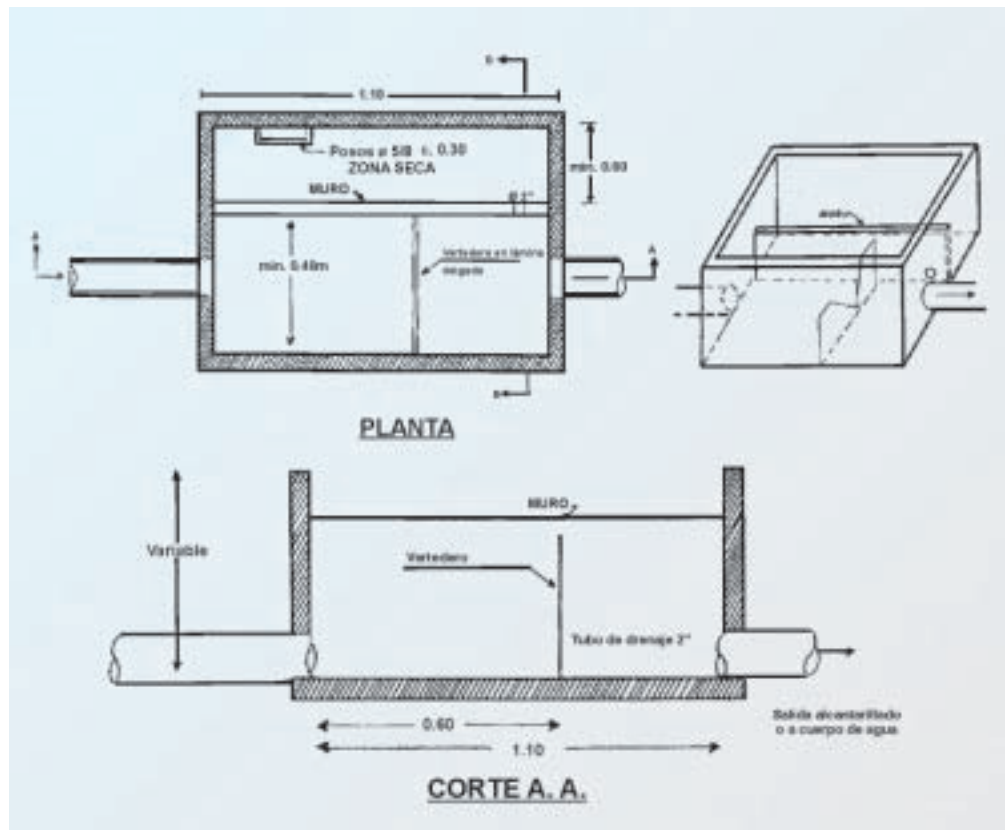
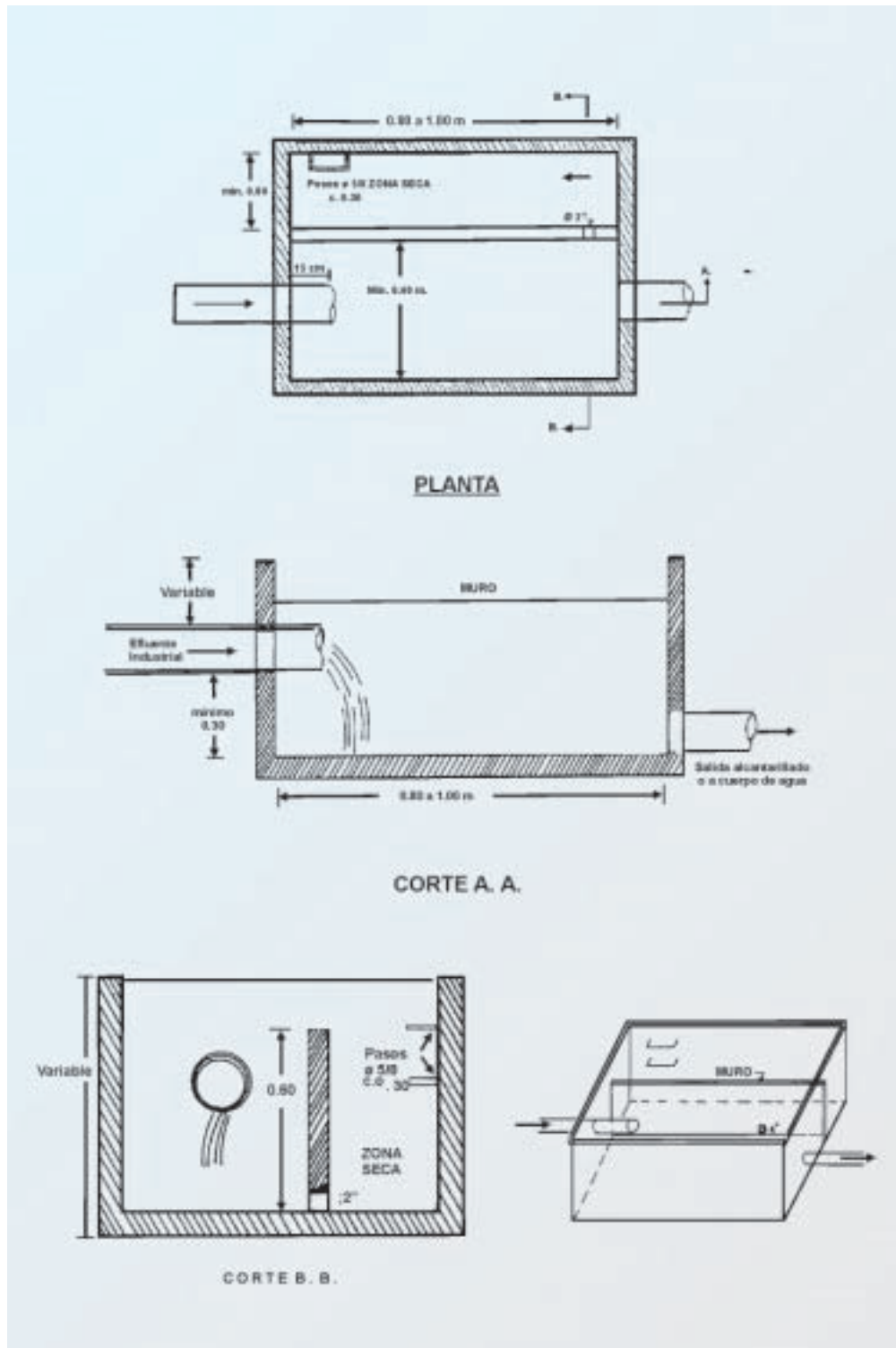


FIGURA No: 5.6 – CAJA PARA AFORO Y TOMA DE MUESTRAS



puedan causar taponamientos en las redes de drenaje o afectar a los equipos de tratamiento, antes de decidir sobre la clase de tratamiento requerido es necesario determinar si el vertimiento es o no biodegradable. En caso que un vertimiento no sea biodegradable, su tratamiento debe necesariamente realizarse por medios fisicoquímicos. En caso contrario, la elección del tratamiento aplicable depende principalmente de la eficiencia, facilidad de operación y costos de las alternativas disponibles.

La biodegradabilidad hace referencia a la posibilidad que tiene una sustancia de ser desdoblada por métodos biológicos. En el caso de las aguas residuales, se define como la potencialidad del vertimiento para ser utilizado como fuente de alimentación de una población mixta de microorganismos, dando como resultado su purificación.

Las aguas residuales degradables pueden ser descontaminadas en procesos de oxidación que se dan naturalmente en los cuerpos de agua o en procesos artificiales como los biológicos, que se promueven en plantas de tratamiento.

5.5.1 Prueba de biodegradabilidad

Un método para establecer la biodegradabilidad relativa de un agua residual o de una sustancia líquida, es la comparación entre la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), ambas medidas indirectas del contenido de materia orgánica. Existen dos opciones para determinar si un agua residual es biodegradable: la relación DQO/ DBO_5 y la relación DBO_5 /DQO última.

❖ Relación DQO/ DBO_5

La más simple, consiste en establecer la relación DQO/ DBO_5 . Cuando la DBO_5 tiene un valor cercano al de la DQO, los procesos biológicos son eficientes en la degradación de la materia orgánica. En caso contrario, si la DQO es mucho mayor que la DBO_5 , la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica no es eficiente y el agua residual no sería degradable por medios biológicos.

Como base de referencia, utilizamos las aguas residuales de origen doméstico. Estas son degradables en más de 90% cuando se someten a procesos de aireación natural o forzada. La relación DQO/ DBO_5 para ellas varía entre 1,8 y 2,5.

En consecuencia, como se muestra en el Cuadro No: 5.1, cuando la relación DQO/ DBO_5 de las aguas residuales industriales es mayor que 5,0 son difícilmente tratables por medios biológicos y se consideran no degradables. Para valores entre 3,0 y 5,0 es necesario realizar estudios adicionales para establecer su degradabilidad, mientras que cuando esta relación es inferior a 3,0 las aguas son tratables por medios biológicos y se consideran degradables.

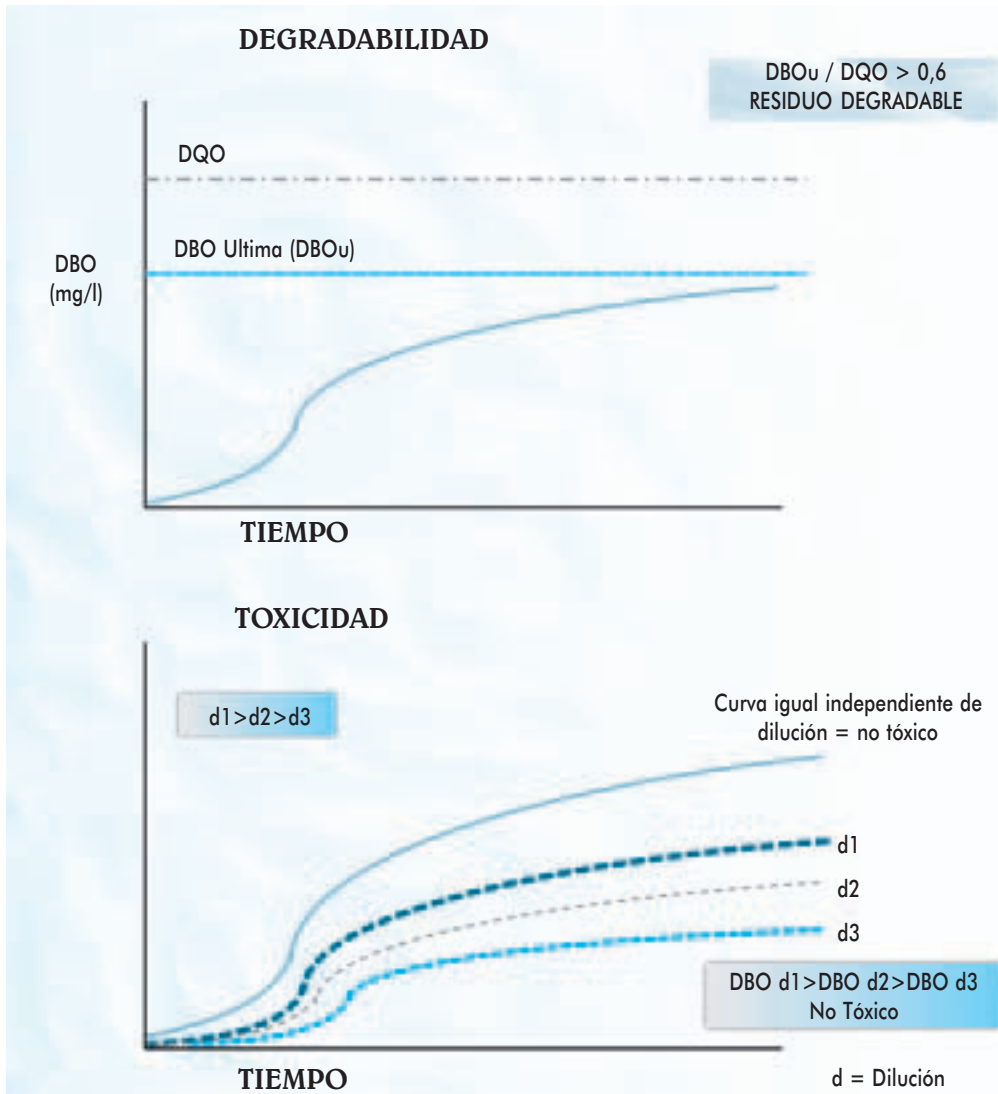
❖ Relación DBO_5 última/DQO

Un método más apropiado para establecer la biodegradabilidad de las aguas, consiste en elaborar la curva de DBO_5 , hasta obtener la DBO_5 última, generalmente en un periodo cercano a los 20 días, según se muestra en la Figura No. 5.7.

CUADRO No. 5.1 - RELACIÓN DE LA DQO/DBO₅ DE LAS AGUAS INDUSTRIALES

RELACIÓN DQO / DBO	CONCEPTO	MÉTODOS DE TRATAMIENTO APLICABLES
Mayor que 5,0	No Degradable	Fisicoquímicos
Entre 3,0 y 5,0	Realizar estudios adicionales	Fisicoquímicos - Biológicos dependiendo de estudios adicionales
Entre 3,0 y 5,0	Realizar Estudios	
Menor que 3,0	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos

FIGURA No: 5.7



La DBO5 última (DBOu) es un indicador de la cantidad de materia orgánica presente en un residuo que puede ser metabolizada por la acción biológica. La comparación entre este valor y el de la DQO del residuo, permite establecer el porcentaje de materia que puede ser desdoblado por microorganismos. Como referencia, se utiliza también el agua residual de origen doméstico para lo cual la DBOu es aproximadamente el 60% de la DQO. Cuando la relación DBOu/DQO es inferior a este porcentaje el agua residual se considera no degradable.

5.5.2 Toxicidad

La biodegradabilidad de un agua residual, especialmente si se utiliza la relación DQO/DBO₅ para establecerla, puede verse afectada por la presencia de sustancias que producen un efecto perjudicial sobre la población de microorganismos encargada de su degradación. Ese efecto, que puede ir desde una inhibición leve de la actividad bacteriana hasta la destrucción total de la población, se define como toxicidad.

Una manera rápida y sencilla de detectar la presencia de sustancias tóxicas en un agua residual, es la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno, incubando varias diluciones del agua problema y observando la demanda de oxígeno de cada una de ellas. Si a mayor dilución la demanda de oxígeno ejercida es mayor, significa que el vertimiento contiene sustancias tóxicas. (Figura No. 5.7)

Puesto que la toxicidad de una sustancia es proporcional a la dosis aplicada, a medida que se disminuye la cantidad

de muestra utilizada en la determinación de la DBO₅, disminuye también la concentración del tóxico y por lo tanto, el efecto inhibitorio que este pueda tener, permitiendo una mayor actividad biológica que resulta en un valor mayor de la DBO₅.

Es necesario resaltar que este procedimiento detecta la presencia de sustancias tóxicas y la dilución necesaria para contrarrestar su efecto, pero no identifica ni el tipo de sustancia, ni su concentración.

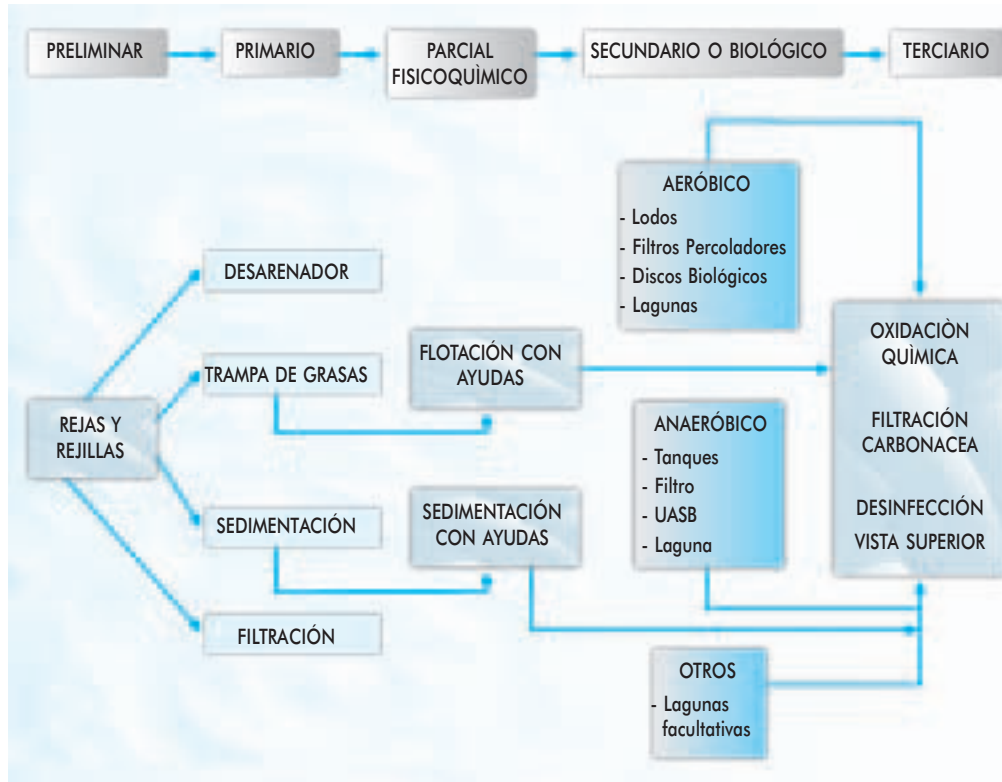
Alternativamente pueden desarrollarse los ensayos biológicos para la determinación de dosis letales en organismos; sin embargo, la realización de estos ensayos implica una mayor inversión económica y los resultados dependen de las características de las especies biológicas utilizadas.

5.6 COMPONENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

El pretratamiento de un efluente se efectúa con el fin de cumplir con las condiciones mínimas exigidas para su descarga, o antes de un tratamiento secundario. En la mayoría de los casos, el pretratamiento se aplica para cumplir con normas en cuanto a pH, temperatura, contenido de sólidos en suspensión, de materia orgánica, de metales y de grasas y aceites, bien sea antes de someter al vertimiento a un tratamiento biológico, o antes de descargarlo a un cuerpo de agua.

En términos generales, los tratamientos aplicados a los vertimientos pueden clasificarse, según se muestra en la Figura No: 5.8 de la página siguiente, así:

FIGURA 5.8
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES



TRATAMIENTO PRELIMINAR

Es el tratamiento básico que se da a los vertimientos con el fin de remover sólidos gruesos y objetos que puedan impedir el funcionamiento de bombas y equipos o causar taponamiento en las redes de drenaje internas.

TRATAMIENTO PRIMARIO

Es el conjunto de operaciones encaminadas hacia la remoción de sólidos sedimentables o de material flotante, por medios gravitacionales o mecánicos.

TRATAMIENTO PARCIAL

En algunos casos el tratamiento primario requiere, para aumentar su eficiencia,

ayudas físicas o químicas para remover los sólidos sedimentables o el material flotante.

TRATAMIENTO SECUNDARIO

Se utiliza principalmente para la reducción de la carga orgánica y/o de sólidos en suspensión del vertimiento, por métodos bioquímicos.

TRATAMIENTO TERCARIO

Es aquel requerido por un vertimiento después del tratamiento secundario, cuando así lo exige la calidad de la corriente receptora del vertimiento.

A continuación, se describen los procesos de tratamiento y se establecen

pautas generales para su selección, de acuerdo con las condiciones específicas del vertimiento a tratar. Estas son generalmente aplicables a las pequeñas y medianas industrias. El diseño de sistemas de tratamiento para industrias de gran tamaño requiere la elaboración de estudios completos de tratabilidad y de diseños específicos según el caso.

5.6.1 Homogenización y Control de Caudales

El objetivo de la homogenización es amortiguar los picos tanto de carga como de caudal que pueden presentarse a través del día en los efluentes, con el fin de producir un vertimiento de características más uniformes. Es necesario en aquellas industrias que, debido a la naturaleza de sus procesos, presentan descargas extremas bien sea por caudales pico o porque sus procesos varían de forma tal que la calidad del vertimiento cambia constantemente. Entre estas se encuentran las de alimentos, las de recubrimiento de metales y las de mezclas de productos químicos.

La homogeneización es el proceso por medio del cual se eliminan variaciones muy grandes en la cantidad o la calidad de un efluente industrial. Cuando no existen estos cambios se puede reducir el tamaño, y por tanto el costo de los sistemas puesto que disminuyen los factores de incertidumbre. La homogenización sirve también para diluir descargas puntuales de sustancias tóxicas que de otra manera afectarían la eficiencia de los tratamientos biológicos.

La homogenización y el balanceo de caudales es una etapa que considera



FOTO NO. 1 - SISTEMA DE HOMOGENIZACIÓN

la instalación de uno o más tanques, antes de enviar el agua a tratamiento, para almacenarla y mezclarla, de modo tal que la cantidad y la calidad del efluente no varíen sustancialmente. Dependiendo de su tamaño los tanques deben tener un sistema de recirculación interna o de agitación para prevenir la deposición de material sólido en el fondo. El sistema puede operar en línea para que el vertimiento siempre pase a través del sistema o, cuando se quiere un caudal no variable mediante el uso de un rebalse en la línea de drenaje que desvíe el vertimiento hacia un tanque, cuando el caudal sobrepase la capacidad del sistema. Los excesos acumulados serán devueltos al sistema cuando el caudal del vertimiento proveniente del proceso disminuya.

Para definir si se requiere la etapa de homogenización o de balanceo es necesario contar con una caracterización básica del efluente que

incluya medición de caudales y determinación al menos horaria de la concentración de los parámetros de interés en la jornada de mayor intensidad.

En industrias como la farmacéutica, la química y similares es necesario también considerar la variación de los procesos industriales utilizados en la fabricación de los diferentes productos y la existencia de variaciones estacionales de su demanda que pueden afectar la calidad del efluente.

Determinar la frecuencia de las mediciones es difícil. Para condiciones cíclicas de flujo o de carga de una sustancia determinada, se deben estudiar un mínimo de dos ciclos incluyendo aquellos en los que se presenten condiciones extremas de flujo o de carga. Cuando las variables son estacionales, se deben realizar mediciones en cada estación.

Para el diseño de los tanques de homogenización, se utilizan las ecuaciones de balance de masa suponiendo que el o los tanques funcionan con un régimen de mezcla completa y que en el tanque no ocurren procesos de separación. Con estas premisas, que son cercanas a la realidad si existe un sistema de mezcla adecuado, se puede calcular el volumen requerido para la reducción de cambios bruscos en la calidad de las aguas residuales o en su caudal.

5.6.2 Remoción de Sólidos/Carga Orgánica

Se puede asegurar que todas las industrias requieren de algún sistema de remoción de sólidos y/o de carga orgánica. La selección del método de

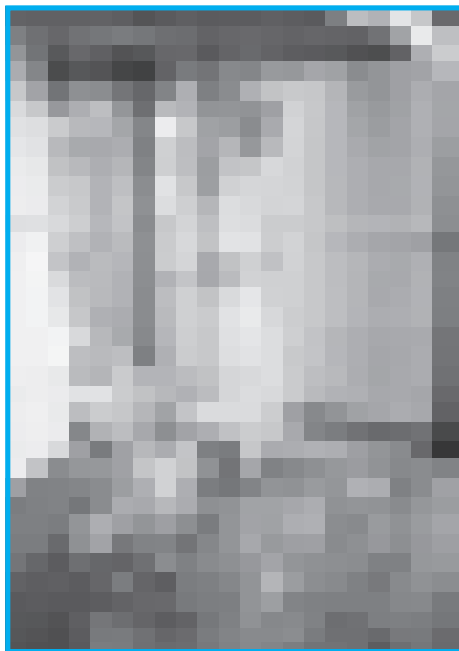


FOTO NO. 2 - SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN

separación adecuado depende de la concentración y el tamaño de los sólidos presentes en el vertimiento, de su grado de aglomeración y de las características deseadas para el efluente. Los métodos más utilizados son los siguientes, ver foto No. 2:

- ❖ Tamizado por rejillas y/o rejillas.
- ❖ Separación por gravedad
- ❖ Sedimentación simple
- ❖ Sedimentación con ayudas
- ❖ Flotación
- ❖ Filtración

5.6.2.1 Tamizado

Consiste en la remoción de sólidos gruesos mediante el uso de rejillas gruesas, con separación entre barras de 0.5 cm o más o del uso de rejillas finas con

separación de hasta 0.1 cm, para la remoción de los sólidos relativamente grandes presentes en el efluente, facilitando su flujo y previniendo la oclusión y el desgaste de los equipos y drenajes subsiguientes. Se recomienda a todas las industrias la instalación de rejas o rejillas. Las primeras se deben instalar de acuerdo con lo mostrado en la Figura 5.9, en donde se observa que los barros son cuadrados, fijos y con una inclinación que facilite su limpieza. Cuando se tienen grandes caudales de aguas, el mantenimiento de estas rejillas puede ser difícil por lo que, en esos casos, los sistemas son más complejos puesto que la remoción de los sólidos debe ser automática. Las rejillas deben ser instaladas también en los sifones, cárcamos y puntos de descarga de procesos importantes con el fin de iniciar el control de la contaminación en el sitio de origen y remover sólidos gruesos a un mínimo costo. Casi todas las industrias utilizan rejillas para la protección de las bombas y de los equipos de tratamiento.

5.6.2.2 Separación por gravedad

Los sólidos suspendidos y la materia orgánica asociada pueden ser removidos por gravedad. Si la densidad de la sustancia o sólidos a separar es mayor que la del agua residual esta tenderá a sedimentar mientras que si es menor flotará hacia la superficie.

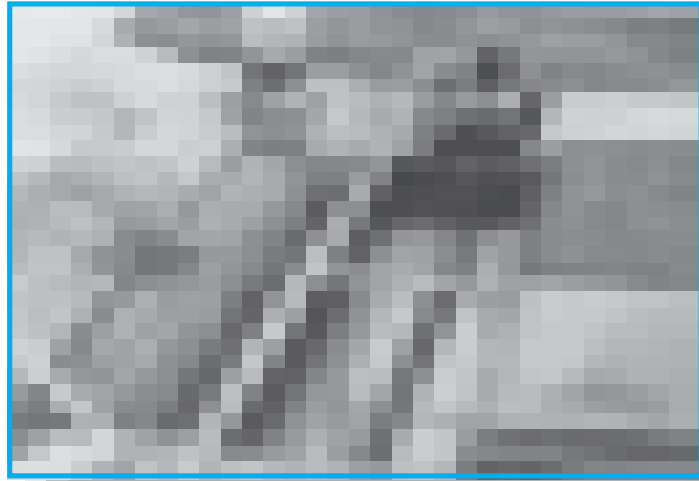


FOTO NO. 3 - SEPARACIÓN DE GRASAS Y ACEITES

❖ *Remoción de arenas:*

Se definen como arenas las partículas sólidas inertes que sedimentan a mayor velocidad que los sólidos orgánicos de tamaño similar. La separación se realiza en desarenadores que son estructuras en las cuales se brinda al efluente un tiempo de retención, generalmente entre 5 y 10 minutos, de modo tal que se permite la sedimentación de sólidos relativamente gruesos hacia el fondo, en donde son almacenados para ser retirados por medios manuales o mecánicos. En caso de que el desarenador no incluya medios mecánicos para la remoción de las arenas separadas, su profundidad efectiva no debe ser mayor que 1.2 metros para facilitar la limpieza. La utilización de desarenadores se da como práctica normal en la industria extractiva y en la de mezcla de cementos.

5.6.2.3 Sedimentación simple

Es un proceso similar al anterior en el cual se brinda un tiempo de retención

FIGURA No. 5.9 SEPARACIÓN DE SÓLIDOS POR MEDIO DE REJILLAS

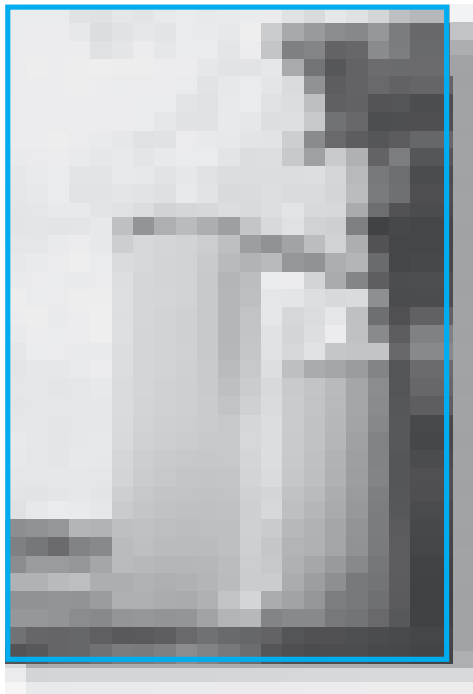
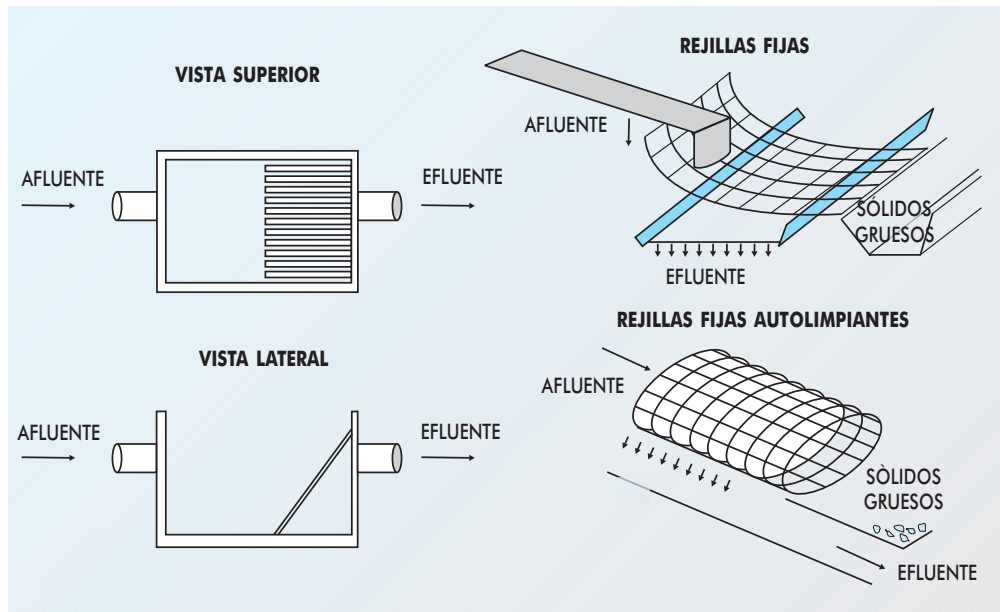


FOTO NO. 4 – SISTEMA DE HOMOGENIZACIÓN

mayor, casi siempre entre una y dos horas, con lo cual se permite la sedimentación de partículas de menor tamaño. Este proceso ocurre en un tanque o

sedimentador, el cual es diseñado de forma tal que no existen variaciones bruscas en la velocidad del flujo del agua residual, procurando un flujo laminar que no arrastre las partículas.

Los parámetros de diseño incluyen área superficial del tanque de sedimentación, profundidad del mismo, tiempo de retención, carga hidráulica superficial y velocidad del flujo de salida. En el caso de industrias pequeñas en donde no se justifique la remoción automática de lodos, se recomienda también que la profundidad del tanque no supere 1,2 m para facilitar la remoción de los sólidos separados.

En las industrias de tamaño relativamente grande, los sedimentadores se calculan con base en la carga hidráulica superficial que es la tasa de flujo del vertimiento por unidad de superficie del sedimentador. Un rango típico de valores para este parámetro es de 24 a 33 m³/m²-d, aunque puede salir de este rango dependiendo de la natura-

leza del sólido a separar, en especial de su densidad. La profundidad del tanque puede variar entre 1 y 3 metros, y debe considerar un espacio exclusivo para el almacenamiento de los lodos. Estos deben ser evacuados periódicamente y llevados a concentración final mediante espesamiento o filtración.

5.6.2.4 Sedimentación con ayudas

La adición de productos químicos puede mejorar la separación por gravedad de sólidos y de grasas, puesto que mejora las características de la aglomeración de las partículas sólidas o de sustancias emulsificadas. Los productos más utilizados son sulfato de aluminio o alumbre, el cloruro férrico, el sulfato ferroso, la cal y el aluminato de sodio y polielectrolitos sintéticos. Se debe tener en cuenta que muchos de ellos cambian el pH del agua, por lo cual esta debe ser neutralizada a un rango entre 6,5 y 8,5 unidades, que es el rango en el cual la aglomeración es más eficiente.

Adicionalmente se pueden utilizar ayudas complementarias, casi siempre moléculas orgánicas de cadena larga como polielectrolitos que hacen que los aglomerados formados sean más densos y más fáciles de separar.

Para simular este tipo de tratamiento se realiza en el laboratorio la prueba de jarras. El equipo consiste en una base soporte para diferentes frascos de un litro de capacidad, provisto de un sistema de agitación con paletas de velocidad variable. El ensayo consiste en la adición de diversos productos químicos en concentraciones variables. Inicialmente, se verifica que el pH de las aguas a tratar, después de añadido

el químico, esté entre 6 y 8 unidades, se lleva a cabo una agitación rápida a 100 rpm, por un periodo de un minuto, y luego una agitación lenta a 40 rpm por un tiempo de veinte minutos para promover la aglomeración de sustancias. Posteriormente, se deja el agua en reposo por una hora para permitir la separación de los aglomerados formados y se observan los resultados.

5.6.2.5 Flotación

Cuando la densidad de las partículas o aglomerados a separar es cercana o menor a la del vertimiento, estos tienden a ascender hacia la superficie del líquido. Cuando la velocidad de ascenso es muy baja, la eficiencia de la separación puede ser aumentada mediante la introducción de un gas en la fase líquida.

Las burbujas del gas se adhieren a las partículas/aglomerados, hacen que su densidad disminuya y como consecuencia que asciendan más rápidamente hasta la superficie del líquido. Este proceso puede usarse para la remoción de sólidos orgánicos principalmente y para la remoción de aceites y grasas.

Dentro de las industrias que utilizan este proceso para el tratamiento de sus vertimientos se tienen las de elaboración de jabones, sacrificio de aves, aceites comestibles, jabones y productos de aseo personal entre otras. Las industrias pequeñas, salsamentarias y fraccionamiento de aves y procesamiento de alimentos utilizan sedimentación simple (trampas de grasas).

Existen cuatro métodos de flotación que pueden ser utilizados:

- ❖ Flotación simple.
- ❖ Flotación con aire a presión atmosférica.
- ❖ Flotación con aire disuelto.

Los más frecuentes son los de flotación simple (trampas de grasas) y los de flotación con aire disuelto (DAF). En todos los casos, la eficiencia del sistema puede ser mejorada, mediante la aplicación de aditivos químicos.

En la flotación simple el agua a tratar es llevada a un tanque, con varios compartimientos como se muestra en la Figura 6.3, en el cual se da tiene un tiempo de retención, por lo general de 5 a 10 minutos, para que los aceites y grasas (sustancias solubles en hexano) o los sólidos que sean menos densos que el agua lleguen a la superficie en donde se acumulan. Entre más compartimientos tenga una trampa de grasas más eficiente va a ser la remoción de flotantes, pero se recomienda que su número no sea inferior a dos ni superior a cuatro.

Las grasas o material flotante deben ser retiradas del tanque al menos dos veces por semana. Puesto que el sistema también permite la separación de sólidos por gravedad, se debe realizar una limpieza total al menos una vez cada dos meses. Si se tiene un buen mantenimiento, en la mayoría de los casos, el efluente tendrá un contenido de aceites y grasas de aproximadamente

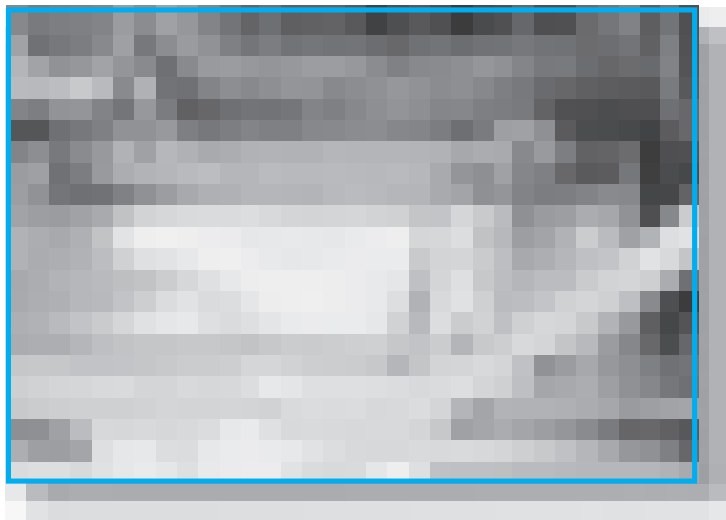


FOTO NO. 5- SISTEMA DE FLOTACIÓN CON AYUDAS

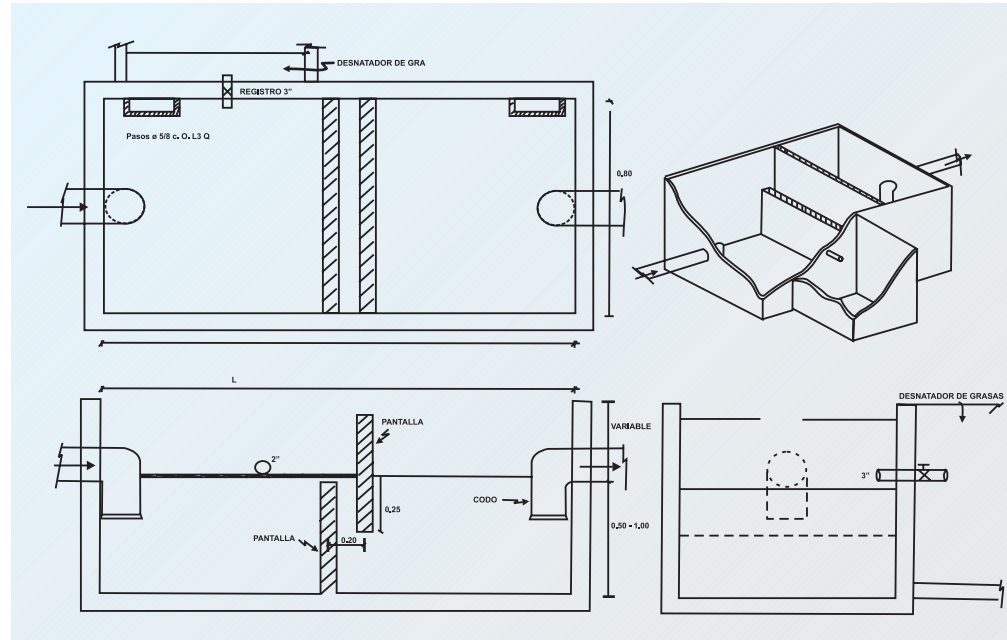
50 - 250 mg/ L. Estos valores serán más altos si se tienen grasas emulsionadas puesto que estas no se separan fácilmente.

Por tanto, en algunos casos es insuficiente para dar cumplimiento a la norma establecida de 100 mg/L, por lo que el tratamiento debe ser complementado con ayudas físicas o químicas.

En el sistema de flotación con aire, este es introducido a la fase líquida por medio de flautas o a través de difusores que producen burbujas de tamaño relativamente grande por lo cual la estabilidad del sistema es difícil de controlar y su eficiencia aunque superior a la de la flotación simple, es inferior a la de la flotación con aire disuelto. Generalmente, se usa en combinación con aditivos químicos que modifican la tensión superficial de los sólidos en suspensión.

La flotación con aire disuelto es tal vez la más eficiente y consiste en la inyección de aire a presión al agua residual, entre 2.0 y 2.8 atmósferas. La inyección

FIGURA No. 5.10 FLOTACIÓN SIMPLE - TRAMPA GRASAS



de aire se hace mediante la utilización de un compresor bien a un tanque de presurización en donde el aire se mezcla con el vertimiento a tratar, o a un mezclador estático, el cual es una tubería con contracciones y dilataciones de diámetro, promoviendo la disolución del gas en el líquido. Cuando la mezcla de aire/líquido llega al tanque de separación, se encuentra allí con el líquido en condiciones atmosféricas, lo que promueve la descompresión del aire disuelto formando pequeñas burbujas que arrastran las partículas o aglomerados hacia la superficie. Este sistema presenta las ventajas de facilitar la remoción simultánea de sólidos suspendidos, de carga orgánica y de aceites y grasas produciendo lodos estables y compactos. Adicionalmente no genera olores fuera de los típicos de las materias separadas, que en algunos casos pueden ser reutilizadas en los procesos. Requiere eso sí de un

control continuo, en especial de las condiciones de presurización que definen el tamaño de las burbujas.

5.6.2.6 Filtración

Cuando los caudales a tratar son relativamente bajos, se recomiendan algunos métodos de tratamiento, en los cuales el vertimiento se hace pasar por gravedad o por presión a través de un medio granular o sintético para retener las partículas sólidas. Los sólidos se van acumulando en este medio y deben ser removidos periódicamente puesto que de lo contrario taponarían el sistema. Esta limpieza se hace usualmente por retrolavado invirtiendo el sentido del flujo por un tiempo corto. En esta operación el flujo se invierte, el medio filtrante se expande y los sólidos se desprenden. Estos sistemas son recomendables para industrias con bajos caudales cuyos vertimientos contengan principalmente sólidos.

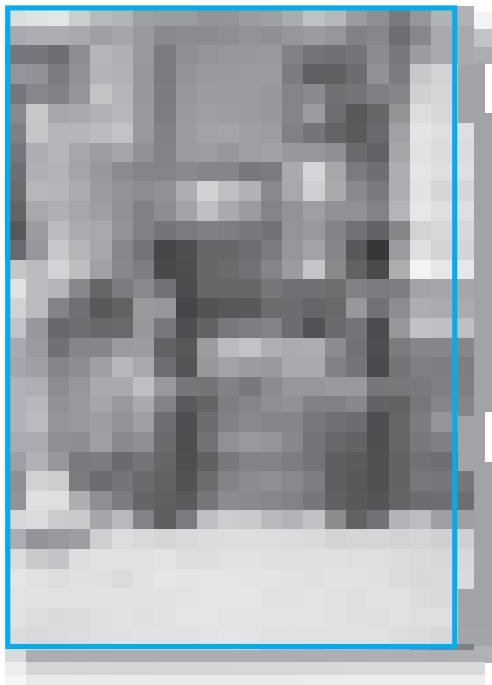


FOTO NO. 6 - SISTEMA DE FILTRACIÓN

Pueden utilizarse filtro con dos o más medios, como gravilla, arena y carbón activado, dispuestos en forma tal que la porosidad del medio aumenta con la profundidad. El tamaño de partículas y la altura de cada medio filtrante, dependen de la carga hidráulica prevista y de la concentración de sólidos del agua a tratar.

Las variables a tener en cuenta son la carga hidráulica, de sólidos, las características del medio filtrante y el tiempo de retrolavado. El diámetro efectivo de las partículas del medio filtrante determina el grado de penetración de los sólidos en el filtro y afecta la eficiencia del sistema; entre mayor sea el tamaño del medio menos efectiva será la remoción de sólidos y más espaciados serán los retrolavados. Por otra parte, un tamaño muy reducido de las partículas del medio implica una operación lenta y/o un requerimiento energético mayor para forzar el agua

a través del medio. Como regla general, la profundidad del filtro debe ser un 50% mayor que la profundidad de penetración de las partículas del afluente. El medio fino, con tamaño de partícula de 0.35 mm debe tener por lo menos un espesor de 15 cm. El tamaño de partícula del medio grueso no deberá exceder de 2 mm. Durante el retrolavado se debe obtener una expansión del medio de por lo menos el 10%. Existen otros sistemas de filtración a presión con membranas que aunque son muy eficientes no son utilizados por los costos inherentes.

5.6.3 Neutralización - Cambio de pH

El pH es una variable que afecta la eficiencia de los sistemas de tratamiento y que además está regulado por los efectos que pueda tener un efluente industrial sobre la estructura de una red de alcantarillado o sobre la fauna y la flora en los cuerpos de agua receptores. Cuando el pH es inferior a 5 unidades o superior a 10 unidades, los vertimientos pueden atacar y corroer las redes de alcantarillado. En el primer caso en presencia de iones de cianuro, la combinación de estos y la descarga ácida produce gas hidrocianuro, que es altamente tóxico.

Adicionalmente, pHs extremos afectan a los microorganismos utilizados en los tratamientos biológicos de aguas, que crecen idealmente en condiciones neutras, como también a la flora y a la fauna hídrica en general.

Los productos aglomerantes y coagulantes tienen una mayor eficiencia a pHs neutros, y algunos de ellos pierden sus propiedades si las aguas son muy ácidas o muy básicas. En otros casos, como en la remoción de meta-

les, los cambios controlados de pH promueven la precipitación de sales y ayudan a su remoción.

Por ello la gran mayoría de los sistemas de tratamiento de aguas industriales en donde se tienen pHs casi siempre variables consideran una etapa de neutralización que además de proteger las diversas partes y equipos del sistema, brinda las condiciones apropiadas para que se tenga eficiencia óptima en la remoción de materia por medios fisicoquímicos o biológicos.

Aunque el pH es el parámetro principal de esta etapa, la acidez y la alcalinidad de las aguas son las determinan la cantidad de ácido o base requerida en el proceso. La neutralización y el control de pH no son operaciones sencillas en todos los casos. El punto de equivalencia es el punto donde ocurre un cambio significativo del pH y no es necesariamente el punto neutro, aunque frecuentemente está próximo a este valor. Cuando un ácido fuerte es neutralizado con una base fuerte, el punto de equivalencia se presenta a un pH de 7 unidades. La adición de una pequeña cantidad de ácido o base fuerte puede causar un cambio brusco del pH, dificultando así el control. Cuando en el proceso se utilizan ácidos o bases débiles, este punto estará por encima o por debajo del punto neutro y la adición de pequeñas cantidades de ácidos o bases no causará cambios bruscos de ese parámetro.

La neutralización de un ácido fuerte con una base débil o viceversa, permite un mejor control del pH. En la mayoría de los procesos que generan vertimientos continuos se recomienda utilizar equipos automáticos de dosifi-

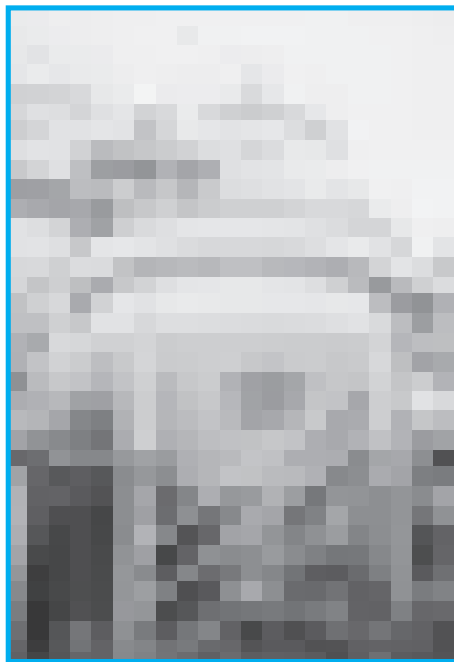


FOTO NO. 7 NEUTRALIZACIÓN DEL pH

cación puesto que la dosificación manual solo es confiable en procesos que originan vertimientos por cochadas.

Los compuestos más utilizados para la neutralización de vertimientos ácidos son la cal, la soda cáustica, el carbonato de calcio o el carbonato de sodio. Para el tratamiento de vertimientos alcalinos se utiliza dióxido de carbono, los gases de combustión, y ácidos minerales como el sulfúrico, el clorhídrico y el fosfórico. Para la selección de neutralizante priman las razones de orden económico y la facilidad de manejo de las sustancias.

En la remoción de metales en industrias como la de recubrimiento electrolíticos se promueven cambios de pH con diversos ácidos y bases con el fin de precipitar sales o hidróxidos insolubles de metales, de acuerdo con sus características de solubilidad. En

estos casos, se cambia el pH hasta el nivel adecuado para promover la precipitación, y el material se remueve por sedimentación o por filtración. Posteriormente, se debe realizar una neutralización final para dar cumplimiento a la norma de descarga.

5.7 TRATAMIENTO SECUNDARIO

Cuando aún con los tratamientos anteriores no se da cumplimiento a las normas ambientales es necesario implantar componentes de tratamiento adicionales. En general, estos consideran los sistemas biológicos en los cuales se utilizan microorganismos que pueden metabolizar la materia orgánica presente en las aguas residuales y disminuir aún más la contaminación. Los sistemas biológicos son utilizados primordialmente para remover carga orgánica cuando los vertimientos no contienen sustancias potencialmente tóxicas que puedan inhibir el metabolismo de los organismos o elementos que no sean fácilmente digeribles como

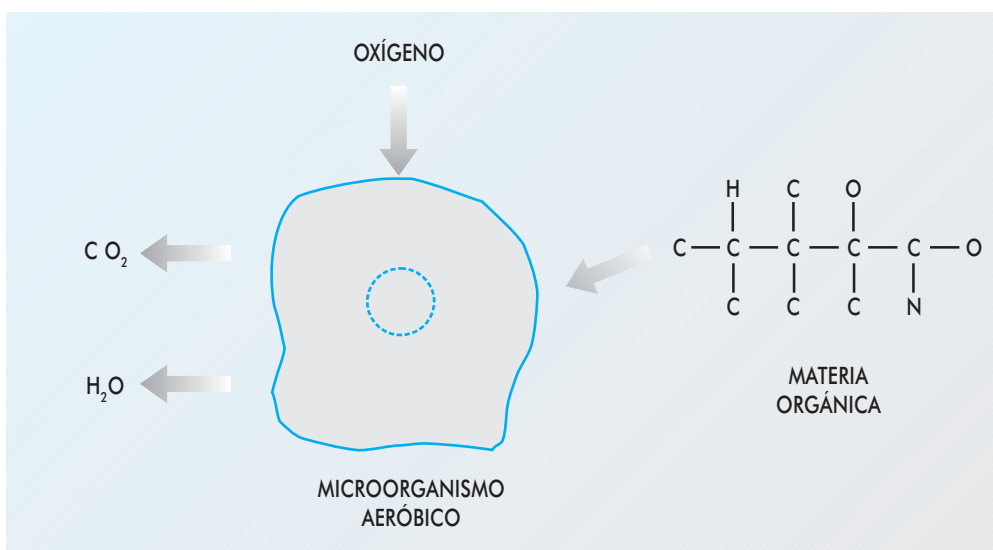
aceites, grasas y combustibles. Su aplicación entonces para industrias químicas y de curtiembres debe ser estudiada con cuidado puesto que se pueden requerir tratamientos previos, mientras que para industrias tales como sacrificio de animales, elaboración de derivados lácteos, bebidas, cervezas, destilación de alcoholes su eficiencia ha demostrado ser alta en la remoción de carga orgánica y de sólidos.

Los microorganismos apropiados para el tratamiento pueden ser de distintas características; la clasificación de los sistemas se realiza de acuerdo con la naturaleza de la población escogida. Así los sistemas biológicos se pueden agrupar en tres categorías, aeróbicos, anaeróbicos y facultativos.

5.7.1 Sistemas aeróbicos

Se basan en la capacidad que tienen ciertos organismos en desdoblar la materia orgánica como se muestra en la Figura No. 5.11. Los organismos aeróbicos requieren la presencia de

FIGURA No: 5.11 – PROCESO DE TRATAMIENTO AERÓBICO



oxígeno para su desarrollo y reproducción. Cuando se entran en contacto con las aguas residuales industriales usan las cadenas complejas de carbohidratos presentes en ellas como fuente alimenticia. Estas son utilizadas en su metabolismo generando agua purificada y un gas inerte e inoloro como el CO_2 .

Puesto que casi siempre el desarrollo de los organismos está limitado por la falta de oxígeno disuelto en las aguas residuales, en los sistemas aerobios se busca proporcionar este elemento así como las demás condiciones adecuadas para que su crecimiento y reproducción sean los máximos posibles. Entre mayor sea su población, mayores serán sus requerimientos energéticos y por tanto más eficiente será el proceso de desdoblamiento de la materia orgánica presente.

En resumen, en estos sistemas se proporcionan las condiciones ideales que promueven el desarrollo de organismos aeróbicos, para lo cual se realiza un suministro de oxígeno por medios naturales o artificiales. Se proveen nutrientes básicos como el nitrógeno y el fósforo, elementos que pueden o no estar presentes en los residuos industriales y se brindan las condiciones apropiadas de temperatura. Dadas estas condiciones los organismos se pueden aclimatar para metabolizar aguas residuales industriales y reducir la contaminación por materia orgánica y por sólidos en suspensión principalmente.

Las diferencias entre los sistemas de tratamiento aeróbicos más utilizados son la forma de suministro de oxígeno y la naturaleza del medio físico de soporte para la población

bacteriana. Los más comunes son: los lodos activados, los filtros percoladores y los biodiscos.

Todas las tecnologías aerobicas generan cantidades importantes de lodos y/o biosólidos que es necesario estabilizar y disponer.

5.7.1.1 Lodos Activados

En el sistema de lodos activados se busca lograr en un tanque principal o aireador la aglomeración de los microorganismos, y el suministro de aire por medios artificiales bien sea por inyección de aire o de oxígeno puro.

Los aglomerados son formados por organismos, principalmente bacterias heterofilicas, y por material coloidal orgánico e inorgánico. Aunque las bacterias son las principales agentes para la remoción de la materia orgánica, los aglomerados en si son parte fundamental del proceso de descontaminación. Casi 40% de la carga orgánica presente en las aguas es absorbida por interacciones iónicas y queda atrapada en el floc. Luego es hidrolizada por enzimas extracelulares antes de ser absorbida y metabolizada por las bacterias. (Ver Foto No. 8)

El contenido de oxígeno disuelto se mantiene entre 1 y 2 mg/L suficiente para la respiración de los organismos. Niveles superiores no afectan la eficiencia del proceso pero son contraproducentes por el gasto energético innecesario que se ocasiona, ya que se está suministrando oxígeno en exceso el cual no es utilizado por la población bacteriana. Niveles inferiores afectan la eficiencia del proceso puesto que no son suficientes para el desarrollo de los

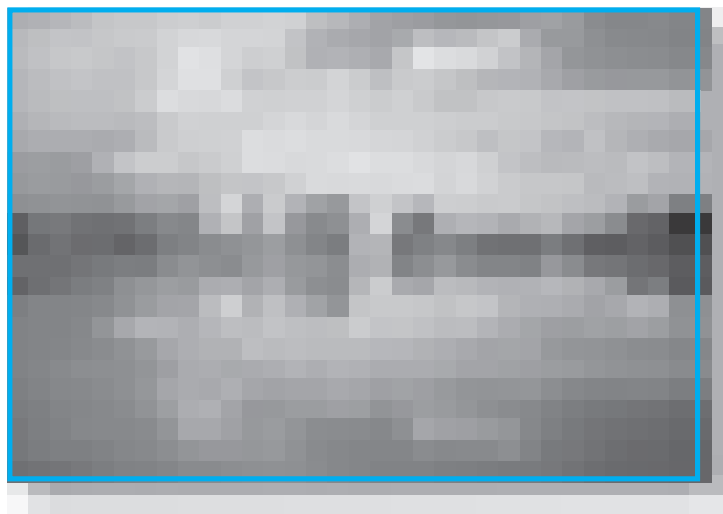


FOTO NO. 8 - SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS

organismos, afectan su desarrollo, y si se mantienen bajos por periodos de tiempo relativamente largos pueden ocasionar la muerte de las bacterias.

Con el fin de asegurar que se disponen de los nutrientes básicos esenciales se debe adicionar nitrógeno y fósforo, en caso de que estos elementos no se encuentren en las aguas residuales. La relación de DQO: N:P debe ser cercana a 100:5:1 para que el tratamiento sea eficiente. En gran parte de los vertimientos industriales se encuentra el fósforo en concentraciones adecuadas como consecuencia del uso de detergentes en los procesos de limpieza de pisos y de equipos.

Puesto que no es posible determinar con rapidez la cantidad de microorganismos presentes, mediante cultivos u observación directa, su población se relaciona con la cantidad de sólidos suspendidos volátiles. Para que exista un tratamiento apropiado el contenido de SSV dentro del aireador debe estar entre 1000 y 4000 mg/L. Para lograrlo generalmente el tiempo de re-

tención en este equipo debe ser superior a seis (6) horas.

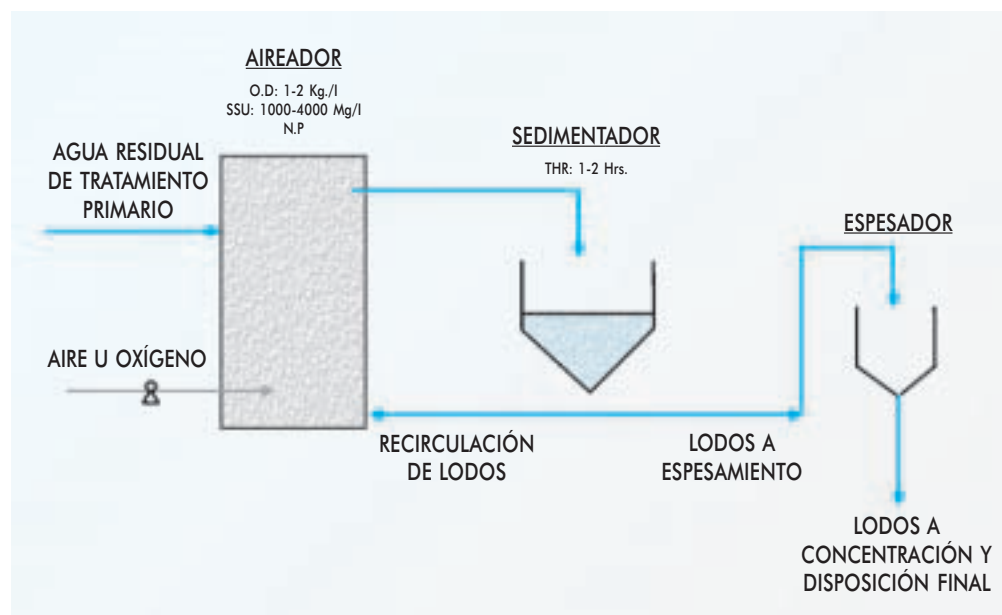
La mezcla de agua residual tratada y de aglomerados (licor mezclado) es llevada posteriormente a un sedimentador o clarificador (Ver Figura No: 5.12) en donde por gravedad se tiene la separación del agua tratada. Los aglomerados sedimentan hacia el fondo del tanque en donde forman el lodo.

Puesto que el lodo contiene microorganismos ya acostumbrados a metabolizar determinado residuo industrial, parte es recirculado al tanque aireador, y parte es llevado a concentración antes de su disposición final. Si el contenido de SSV en el aireador es inferior a 1000 mg/L todos los lodos deben ser recirculados, mientras que si es superior a 4000 mg/L parte de ellos debe ser desechada.

5.7.1.2 Filtros Percoladores

En este tipo de sistemas las bacterias están adheridas a un soporte liviano

FIGURA No. 5.12 - LODOS ACTIVADOS



casi siempre de material plástico. El agua a tratar es regada por la parte superior de un tanque que contiene el medio soporte. El aire pasa a través de los espacios disponibles y suministra el oxígeno. El suministro de aire se puede realizar por medios naturales o por aireación forzada.

El proceso de formación de la película empieza con bacterias encapsuladas y la subsecuente colonización de otro tipo de bacterias heterofilicas y filamentosas y de diferentes microorganismos. Una capa bacteriana bien desarrollada tendrá una capa externa en donde abundaran hongos, una capa media con hongos y algas y una capa interna con bacterias principalmente.

En el paso del agua residual a través del filtro, la materia orgánica presente, junto con los nutrientes y el oxígeno del aire atmosférico, se difunde y es oxidada por los organismos

heterofílicos. La cantidad de oxígeno y de materia orgánica disponible depende del espesor de la capa y de la carga orgánica aplicada. Eventualmente se alcanzará un punto en que el espesor de la capa es tal que impide el paso del nutriente, de materia orgánica o de oxígeno hasta las bacterias adheridas al medio. Estas morirán; las sustancias que las mantienen adheridas no se producen más, la capa se separa del medio y es arrastrada por el agua en su descenso.

El agua tratada y las capas bacterianas arrastradas son conducidas a un sedimentador o clarificador en donde se separan por gravedad.

5.7.1.3 Biodiscos (RBCs)

Los biodiscos en esencia operan de la misma forma que los filtros percoladores. En ellos las bacterias se encuentran adheridas a un medio soporte que rota lentamente. En su rota-

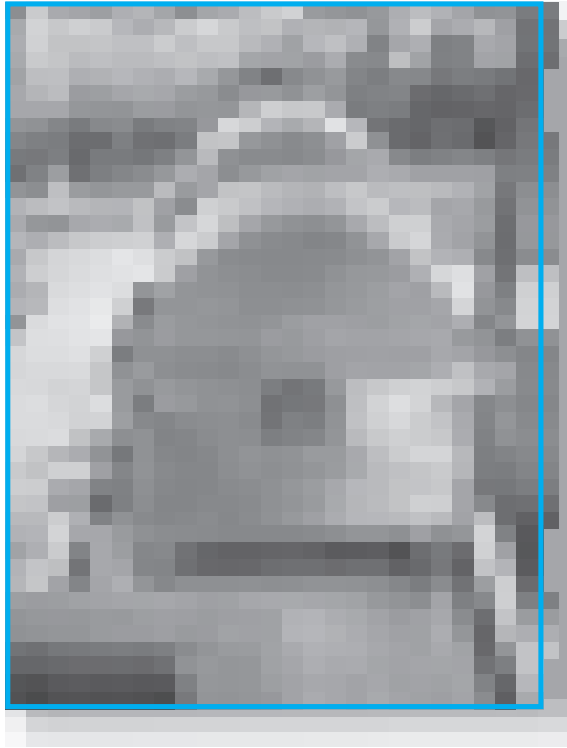


FOTO No. 9 - SISTEMA DE BIODISCOS

ción hace contacto cíclico con el agua residual de donde toman los nutrientes y desdoblán la materia orgánica presente, como también con el aire de donde toman el oxígeno requerido para su respiración. La capa bacteriana va creciendo lentamente hasta que se desprende y se mezcla con el agua tratada. Para su separación se requiere también un sedimentador. (Ver Foto No. 9)

5.7.1.4 Otros sistemas aeróbicos

Existen un sinnúmero de sistemas de tratamiento aeróbico que son variaciones de los anteriores y se diferencian principalmente por el modo de suministro de aire. Entre ellos se encuentran los zanjones en los cuales la aireación se hace mediante aireadores mecánicos (turbinas, centrífugas, cepi-

llos superficiales) que promueven la formación de pequeñas gotas de aire o de agua, aumentan el área de contacto entre el líquido y el aire y por tanto favorecen el intercambio de oxígeno entre el agua residual y el aire.

5.7.1.5 Sedimentadores

Son tanques en donde se proporcionan las condiciones hidráulicas indispensables para promover la separación de los aglomerados y el agua clarificada. Pueden ser circulares o cuadrados en donde se proporciona un tiempo de retención entre una y dos horas, suficientes para la separación de los lodos por gravedad. En ambos casos se prevé una zona para acumulación de lodos. (Ver Figura 5.13)

5.7.1.6 Eficiencia y Costos

Aunque los sistemas aerobios son eficientes en remoción de carga orgánica y de sólidos, las cuales son superiores a 80%, son generalmente sistemas costosos. La distribución porcentual de los costos de construcción y operación se presentan en la Figura No.5.14.

5.7.2 Sistemas Anaeróbicos

Se basan en la acción de microorganismos anaeróbicos sobre la materia orgánica como se muestra en la Figura No. 5.14 Los organismos anaeróbicos no requieren oxígeno para su desarrollo y reproducción. Por el contrario, la presencia de este elemento es contraproducente para su metabolismo. Cuando están en contacto

FIGURA No. 5.13 – TANQUE SEDIMENTADOR

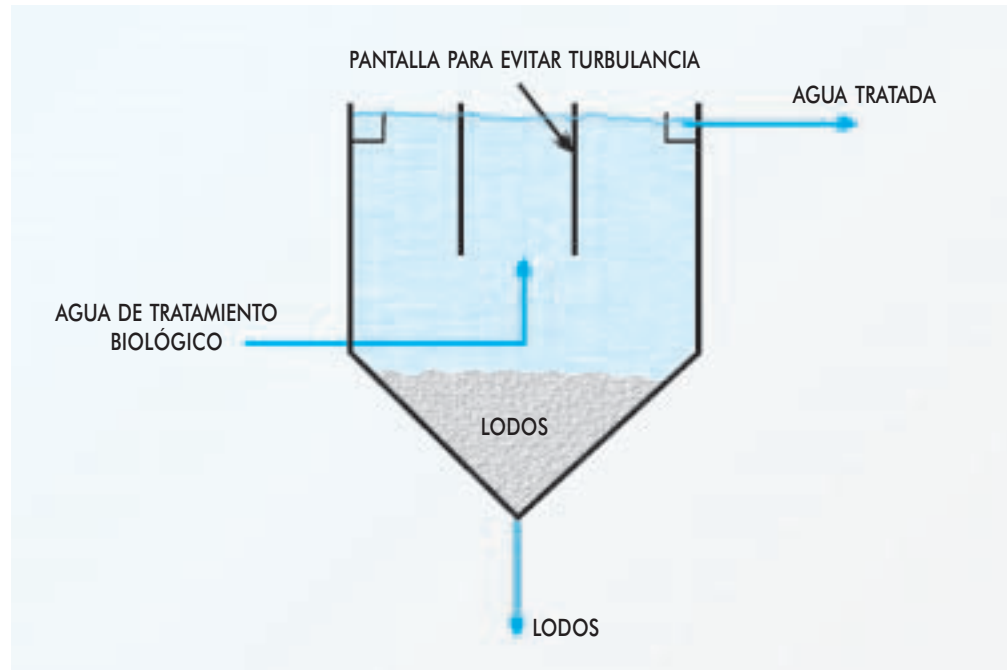
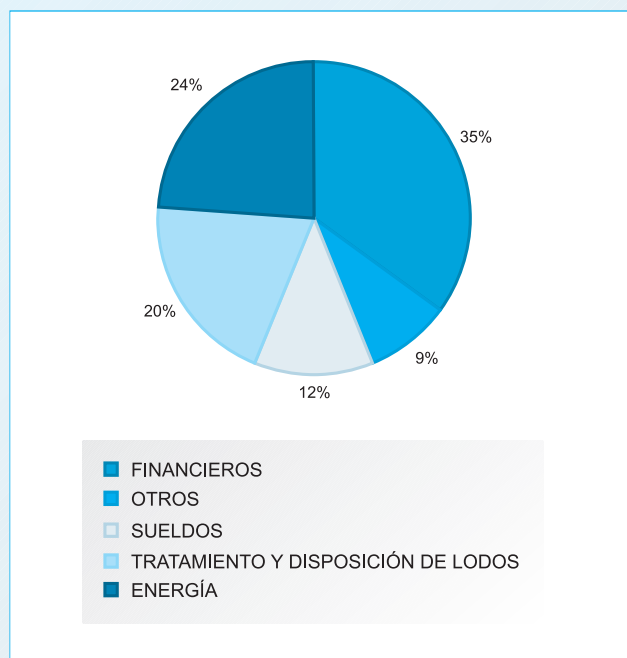


FIGURA No. 5.14 – SISTEMAS AEROBIOS

COSTOS DE OPERACIÓN



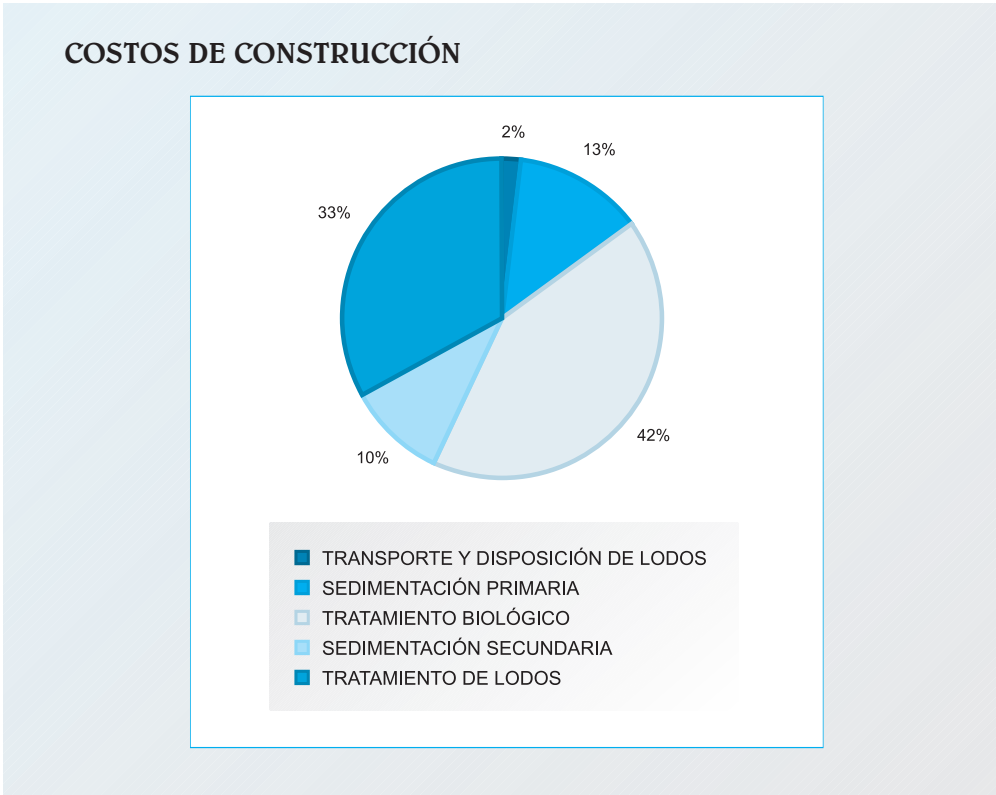
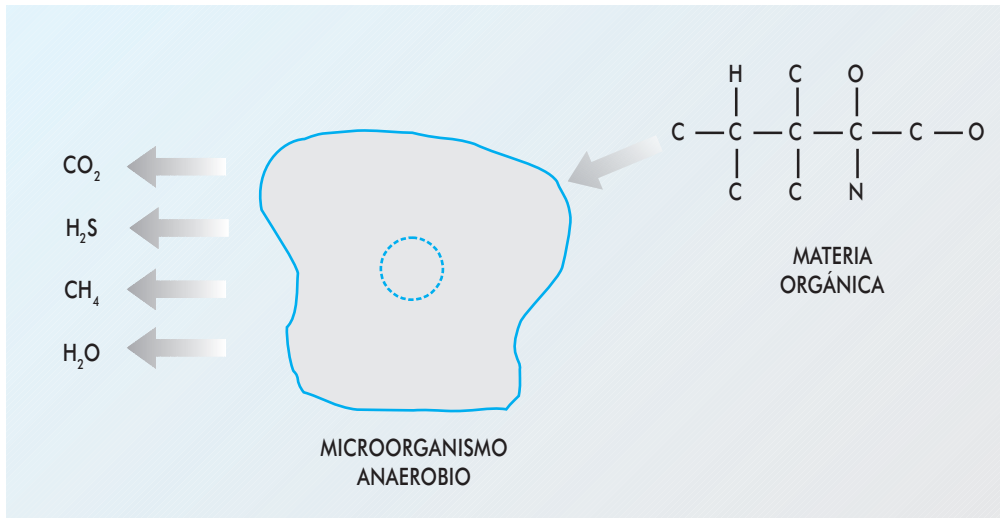


FIGURA No. 5.15 – PROCESO DE TRATAMIENTO ANAEROBIO



con las aguas residuales utilizan las cadenas complejas de carbohidratos y derivados como fuente alimenticia. Estas son utilizadas en su metabolismo generando agua purificada y gases principalmente el metano y el anhídrido sulfúrico.

El proceso ocurre en dos etapas; en la primera actúan organismos anaerobios heterotróficos que desdoblan proteínas, grasas y carbohidratos en constituyentes básicos, los cuales son metabolizados por bacterias anaerobias resultando en la formación de ácidos grasos volátiles. Esta etapa es llamada acidogénica. En la segunda, las bacterias obtienen su energía oxidando ciertos compuestos como hidrógeno, formatos, acetatos y metanol, produciendo metano de la reducción del CO_2 . Esta etapa es llamada metanogénica. Estas últimas bacterias son extremadamente sensibles a cambios en temperatura, pH y carga orgánica, y de su correcto manejo depende la eficiencia de los sistemas anaerobios.

Si la carga inyectada al sistema es muy alta, la generación de ácidos volátiles en la primera etapa excederá la velocidad a la cual pueden ser degradados en la etapa metanogénica, el pH se tornará muy ácido y la población metanogénica morirá. En consecuencia los ácidos grasos volátiles se incrementarán. Estos compuestos en especial el ácido butírico, generan los olores ofensivos típicos de los procesos de putrefacción.

Puesto que el crecimiento y reproducción de los organismos mencionados anteriormente están limitados por la presencia de oxígeno disuelto en las aguas residuales, se busca aislar las aguas del aire y brindar las demás condiciones adecuadas para su desarrollo. Entre mayor sea su población, mayores son sus requerimientos energéticos y por tanto más eficiente será el proceso de descomposición de la materia orgánica.

En estos sistemas por tanto se impide cualquier proceso de aireación, y se mantienen condiciones apropiadas de pH, temperatura y de suministro de nutrientes básicos para tratar aguas residuales industriales.

La diferencia entre los sistemas de tratamiento anaerobios más comunes a nivel industrial son el manejo hidráulico de las aguas residuales y la naturaleza del medio físico en el cual están presentes las bacterias. Los más utilizados son: filtros anaerobios, sistemas UASB y lagunas anaerobias.

5.7.2.1 Filtro anaerobio

El filtro anaerobio es un tanque hermético en el cual se coloca un medio, casi siempre plástico que sirve como soporte para el crecimiento bacteriano. El agua se hace pasar de forma ascendente o descendente a través del medio, proporcionando los requerimientos. Es importante asegurar una distribución adecuada del flujo de modo que no se formen “cortos circuitos” y se creen caminos preferenciales de agua, con lo cual disminuiría el tiempo de contacto entre las bacterias y el agua y disminuiría la eficiencia del tratamiento.

5.7.2.2 Proceso ascensional de manto de lodos anaerobio (UASB)

Es un sistema anaerobio en el cual las bacterias se encuentran suspendidas en el medio acuoso formando un lecho bacteriano a través del cual se hace pasar el agua residual en forma ascendente. (Ver Foto No. 10)



FOTO No. 10 - SISTEMA UASB

5.7.2.3 Laguna Anaerobia

Es un cuerpo de agua profundo, generalmente entre 3 y 4 m de profundidad en donde se tiene un proceso natural de oxidación de la materia orgánica. Aunque en un principio cuando se inicia el llenado de las lagunas existe un intercambio de oxígeno en la superficie de la laguna, con el tiempo se va formando un sobrenadante orgánico o costra superficial que impide este proceso.

5.7.3 Manejo de Gases

Como se indicó anteriormente los sistemas anaerobios generan gases que pueden ser ofensivos si no son sometidos a un tratamiento específico. Como regla general el biogas procedente del tratamiento debe ser quemado en sistemas de combustión de piso o en sistemas elevados ó teas.

5.7.4 Comparación Aerobios-Anaerobios

Aunque la comparación entre las ventajas y desventajas de los sistemas depende de cada caso específico, en general los sistemas anaerobios son utilizados para el tratamiento de aguas con altas cargas contaminantes mientras que los aeróbicos son utilizados para cargas medias y bajas.

Contrario a los organismos aeróbicos, que son eficientes en un gran rango de temperaturas, los anaerobios tienen un metabolismo óptimo entre 30 y 40 °C por lo que en ciertos casos se debe proporcionar energía para calentar las aguas y/o aislar térmicamente el sistema.

Una diferencia importante entre los dos tratamientos es que los anaeróbicos no generan tanta cantidad de lodo como los aeróbicos. El resumen de la comparación entre las dos opciones se muestra en el Cuadro No: 5.2.

5.7.5 Lagunas Facultativas

Las lagunas facultativas son utilizadas en tratamientos de aguas residuales industriales cuando existe disponibilidad de terreno. En ellas se presentan condiciones aerobias y anaerobias en un mismo cuerpo de agua, lo cual presenta ventajas puesto que se completan ciclos biológicos de descontaminación para el carbono, el nitrógeno y los sulfuros. (Ver Foto No. 11)

A diferencia de los procesos convencionales, el oxígeno es suministrado principalmente por medios biológicos naturales principalmente por la fotosíntesis realizada por las algas. Por tal motivo la generación de oxígeno es

CUADRO No. 5.2 – COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS BIOLÓGICOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

ASPECTO	AEROBIO	ANAEROBIO
COSTO DE INSTALACIÓN	MAYOR	MENOR
COSTO DE OPERACIÓN	MAYOR	MENOR
ESTABILIDAD	MAYOR	MENOR
EFICIENCIA	MAYOR DE 80 %	ENTRE 60 Y 90%
TIEMPO DE RETENCIÓN	2 - 8 HORAS	16- 120 HORAS
GENERACIÓN DE LODOS	MAYOR	MENOR
GENERACIÓN DE OLORES	MENOR	MAYOR
TRATAMIENTO DE GASES	NO	SÍ



FOTO No. 11 – LAGUNA PRIMARIA

diferente en periodos diurnos y nocturnos. De día el proceso de fotosíntesis ocurre hasta profundidades de 50 cm. y aunque el oxígeno generado se difunde por mezcla y difusión, generalmente la mitad inferior del cuerpo de agua carece de él y opera de forma anaerobia. De noche el oxígeno

residual es utilizado y toda la laguna se vuelve anaerobia. En estas condiciones el lodo generado en los dos procesos es degradado en forma anaerobia en el fondo de la laguna. (Ver Foto No. 12)

Aunque el proceso anaerobio produce gases como se describió anteriormente, cuando estos llegan a la sección aerobia de la laguna son oxidados rápidamente, y mientras las condiciones son totalmente anaerobias prima el arrastre ascendente de lodo en su etapa metanogénica y por consiguiente no se tienen procesos acidogénicos o de putrefacción en la superficie. Por esta razón una laguna facultativa correctamente diseñada y operada no debe generar olores fuertes.

5.8 TRATAMIENTO TERCIARIO

El tratamiento terciario es el último componente, requerido cuando aún después ser sometido el agua residual a tratamiento secundario no se cumplen con las normas establecidas en la legislación ambiental.

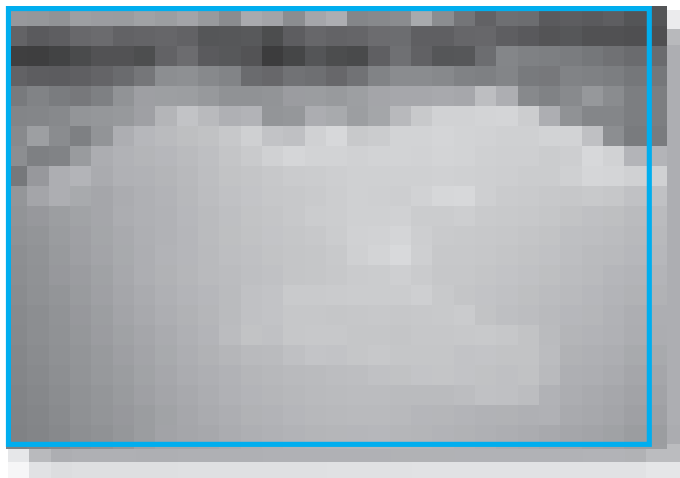


FOTO NO. 12 - LAGUNA FACULTATIVA

Generalmente, los efluentes de tratamiento secundario cumplen con las normas que limitan las descargas de sólidos en suspensión y de carga orgánica, pero algunos metales y ciertos compuestos como tensoactivos, derivados fenólicos, aldehidos y otros derivados orgánicos son removidos sólo parcialmente; sus concentraciones pueden superar los límites máximos permisibles. En otras ocasiones la naturaleza no degradable del residuo líquido impide la aplicación de tratamientos biológicos. En estos casos es necesario realizar tratamientos terciarios entre los cuales los más utilizados son la adsorción y la oxidación química, aunque existen otras tecnologías como las de membrana y la de extracción de solventes que no son comúnmente utilizadas debido a sus altos costos.

5.8.1 Adsorción

Es la adhesión de sustancias solubles presentes en el agua residual en la superficie de un sólido. Como la adsorción es un fenómeno que ocurre en la superficie del sólido se requiere

que el medio adsorbente tenga un tamaño de partícula muy fino de modo tal que su área superficial por unidad de peso sea la mayor posible.

El sólido adsorbente es empacado en una o varias columnas a través de las cuales se hace pasar el agua residual. El medio más utilizado es el carbón activado. Este es útil para la remoción de metales, compuestos orgánicos de alto peso molecular como alcoholes pesados, aldehidos, glicoles, ácidos orgánicos, aromáticos y piridinas. Los alcoholes de bajo peso molecular, aldehidos, glicoles, éteres y compuestos halogenados no son adsorbidos en forma eficiente por este medio.

Los elementos que pueden ser removidos se adhieren al medio sólido hasta que toda la superficie disponible es utilizada después de lo cual el medio debe ser cambiado o regenerado para no perder la eficiencia en la remoción.

En caso de que el agua residual a tratar tenga sólidos en suspensión, el efluente debe ser sometido previamente a filtración convencional para re-

moverlos y prolongar la vida útil del sistema.

5.8.2 Oxidación Química

La oxidación química considera el desdoblamiento de la estructura de compuestos tóxicos en compuestos básicos o en cadenas menos complejas con menor impacto ambiental. Los compues-

tos oxidantes más utilizados son el cloro, el ozono, el peróxido de hidrógeno, el oxígeno y el permanganato de potasio.

5.8.3 Resumen

En el Cuadro No. 5.3 se presenta un resumen de la aplicabilidad de los tratamientos mencionados a los grupos industriales más relevantes.

CUADRO No. 5.3

PROYECTO O ACTIVIDAD	SISTEMA DE TRATAMIENTO
Bebidas Gaseosas	Preliminar – Secundario
Beneficio de Aves	Preliminar – Parcial
Cerveza	Preliminar – Secundario
Curtiembres	Preliminar – Primario Parcial
Destilación de Alcoholes	Secundario
Detergentes	Preliminar Primario
Enlatado de alimentos	Preliminar – Parcial Secundario
Fertilizantes y Pesticidas	Terciario
Jabones	Preliminar – Parcial Secundario
Lavado de Vehículos	Preliminar – Primario
Leche Pasteurizada	Preliminar – Secundario
Mataderos de Bovinos	Preliminar – Primario Secundario
Mataderos de Porcinos	Preliminar – Primario Secundario
Queso y Mantequillas	Preliminar – Primario Secundario
Recubrimiento de Metales	Primario – Terciario
Vinos	Preliminar – Secundario

6. ASPECTOS AMBIENTALES RELACIONADOS

6.1 MANEJO DE LODOS

Uno de los aspectos ambientales y económicos más importantes en el tratamiento de aguas residuales es el relacionado con el manejo de los lodos resultantes. En principio, los residuos pueden ser clasificados en tres categorías: aprovechables, no aprovechables y peligrosos. En todos los casos se debe asegurar que el medio de recolección y transporte sea adecuado y que los sitios temporales de almacenamiento estén debidamente construidos para impedir la contaminación de los suelos y de las aguas subterráneas.

6.1.1 Aprovechables

Son los lodos provenientes de un proceso de tratamiento que puede ser reutilizados directa o indirectamente en reciclaje, compostaje y generación de energía.

Dentro de ellos se incluyen los lodos inorgánicos inertes de operaciones de desarenado, y de sedimentación de procesos de la industria extractiva, que pueden ser utilizados como relleno y nivelación de terreno o en la preparación de materiales con base en arcilla y sílice como ladrillos y concretos. Se incluyen también los de algunos tratamientos de aguas jabonosas que pueden ser reutilizados como materia prima en la elaboración de jabón de tierra. La Asociación Nacional de Industriales ANDI tiene una bolsa de residuos en donde se pueden consultar el tipo de residuos disponible en muchas industrias que podrían ser utilizados en otras, así como los volúmenes generados.

La mayoría de los lodos provenientes de los procesos de tratamiento aerobios y anaeróbicos en industrias de alimentos y bebidas, una vez estabilizados, pueden ser utilizados como abonos y acondicionadores y restauradores de suelo. En otro tipo

de industrias se debe verificar que el contenido de metales pesados en estos lodos no supere los valores indicados en el Cuadro No: 6.1 para evitar la contaminación de suelos y de acuíferos, cuando son dispuestos sobre un terreno.

CUADRO No. 6.1 – GUÍA PARA DISPOSICIÓN DE LODOS

CONTAMINANTE	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE EN EL LIXIVIADO (mg/L)
Arsénico	5
Bario	100
Benceno	0.5
Cadmio	1
Tetracloruro de Carbono	0.5
Clordano	0.03
Clorobenceno	100
Cloroformo	6
Cromo	5
o-Cresol	³ 200.0
m-Cresol	³ 200.0
p-Cresol	³ 200.0
2.4-D	³ 200.0
Endrín	0.02
Heptacloro (y sus epóxidos)	0.008
Hexaclorobenceno	² 0.13
Hexaclorobuitadieno	0.5
Hexacloroetano	3
Plomo	5
Lindano	0.4
Mercurio	0.2
Metoxiclor	10
Metil etil Ketona	200
Nitrobenzeno	2

CONTAMINANTE	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE EN EL LIXIVIADO (mg/L)
Pentaclorofenol	100
Piridina	5
Selenio	1
Plata	≈5.0
Tetracloroetileno	0.7
Toxapeno	0.5
Ticloroetileno	0.5
2,4,5.Triclorofenol	400
2,4,6.triclorofenol	2
2,4,5-TP (silvex)	1
Cloruro de vinilo	0.2

En otros casos, los lodos resultantes del tratamiento de aguas residuales industriales pueden ser aplicados directamente a terrenos, los cuales dependiendo de su uso y de sus condiciones ambientales pueden recibir más o menos material como se muestra en el Cuadro No: 6.2.

En otros casos los lodos pueden tener un valor energético alto por lo cual se pueden utilizar para sustitución parcial de combustibles en altos hornos y en procesos de incineración. En este caso se debe verificar que no contengan sustancias que puedan ocasionar impactos ambientales negativos en la atmósfera.

6.1.2 No aprovechables

Son lodos que no son aprovechables y que por sus características pueden ser desechados junto con las basuras de origen doméstico en rellenos municipales. En esta categoría se encuentran

lodos jabonosos, grasosos, con glicerina y otras sustancias relativamente inertes que, debido a los altos costos que implica su recuperación, no pueden ser reutilizados.

6.1.3 Peligrosos

Son aquellos que contienen materiales y sustancias que pueden causar daño a la salud humana o al medio ambiente y que deben ser dispuestos en sitios especiales con las medidas adecuadas de seguridad. Aunque dentro de esta categoría se encuentran los infecciosos, combustibles, inflamables, explosivos, radiactivos, volátiles, corrosivos, reactivos y tóxicos, en los procesos de tratamiento de aguas residuales ameritan una atención especial los corrosivos y los tóxicos. En general los lodos de tratamiento biológico no son peligrosos pero los de tratamiento parcial en industrias metálicas, curtiembres y procesos químicos pueden pertenecer a esta categoría.

Aunque estrictamente hablando la clasificación de residuos corrosivos considera residuos líquidos únicamente, los lodos con pH extremos que se pueden generar en procesos de refinación o en remoción de metales pueden afectar el medio ambiente, en especial el suelo y las aguas subterráneas de los terrenos en donde son depositados. Adicionalmente todos aquellos que tengan un contenido elevado de sustancias potencialmente tóxicas pueden afectar el medio ambiente (Ver Cuadro No: 6.2).

Estos residuos deben ser previamente neutralizados y, si contienen metales pesados o sustancias orgánicas poten-

cialmente tóxicas, deben ser ubicados en un relleno especial bien sea de carácter municipal o privado en donde se garantice su total confinamiento y un tratamiento adecuado de los lixiviados.

6.2 METODOS DE TRATAMIENTO DE LODOS

El tratamiento y disposición eficiente de los lodos de las PTAR requiere conocer las características de los lodos y la facilidad del industrial para el acceso a las diferentes alternativas de utilización y disposición final.

CUADRO No: 6.2 – GUÍAS PARA DISPOSICIÓN DE LODOS mg/Kg (BASE SECA)

DESCRIPCION	Cd	Hg	Cr	Pb	Ni	Cu	As	Zn
40 CFR 503								
Disposición en tierra, uso no agrícola	380	30	8100	1600	990	3300	36	8600
Relleno sobre Acuíferos Clase 2	9.6	26		530			24	
Clase 1	0.04	0.007		0.35	7	8.4	0.2	
Disposición a cielo abierto	385	17		1622	988	385	3.6	
Uso Agrícola:								
1 Ton. /Ha/año	900	1990	2650	6000	3900	2300	700	8600
10 Ton./Ha/año	90	199	1770	600	390	230	70	860
50 Ton./Ha/año	18	40	330	130	76	46	14	170
40 CFR 257								
Compost	30	5		1000	200	900		2500
	10	10	1200	500	200	1000		

Clase 1: fuente de Agua Potable

Clase 2: No en fuente de Agua Potable

6.2.1 Espesamiento

Es la primera fase del tratamiento . Se utiliza espesamientos por gravedad o por flotación con aire disuelto para mejorar la operación de los digestores, rebajar el costo de la digestión y reducir el volumen del lodo.

6.2.2 Digestión Anaerobia

La digestión se utiliza con el propósito de producir un compuesto final estable y eliminar cualquier microorganismo patógeno presente en el lodo crudo. Se utiliza principalmente para estabilizar lodos primarios y secundarios. Los hay de tasa baja , convencionales o estándar, donde el lodo se dosifica de forma intermitente , sin mezcla ni calentamiento. En los de tasa alta todas las reacciones del proceso de conversión ocurre simultáneamen-

te en el mismo tanque. Se utiliza en plantas grandes por su bajo consumo de energía.

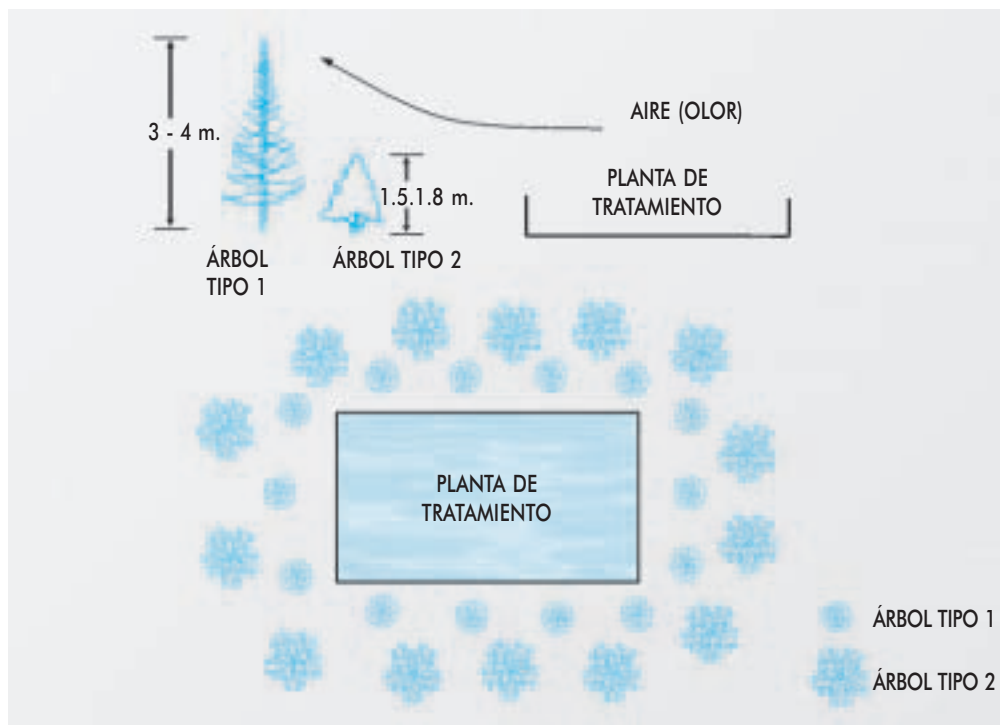
6.2.3 Digestión Aerobia

Es el método más usado en plantas con caudales menor a 220 l/s . Este proceso de digestión permite reducir la concentración de Sólidos Volátiles entre un 35 y 50%, siendo el parámetro básico de diseño la edad del lodo.

6.2.4 Estabilización con Cal

La adición de cal para la estabilización de lodos es un proceso sencillo que permite eliminar malos olores y patógenos mediante la creación de un pH igual a 12 Und durante más de dos horas. Mejora las característica de secado y sedimentación del lodo, reduce el poder fertilizante del lodo

FIGURA No. 6.1 – BARRERA NATURAL DE OLORES



estabilizado en comparación con el lodo digerido anaeróbicamente y aumenta la alcalinidad.

6.2.5 Secado de Lodos

Con el proceso de secado de lodo se busca reducir el contenido de agua en menos de un 85%. Para determinar el método de secado a utilizar hay que tener en cuenta los procesos subsecuentes de tratamiento y disposición final. Los objetivos del secado de lodos es reducir la humedad para disminuir el volumen de lodo, facilitar su manejo y hacer más económico su tratamiento posterior y disposición final a más de minimizar la producción de lixiviados si la disposición final se realiza en un relleno sanitario.

Los métodos de secado son: Filtración al vacío, centrifugación, filtros prensa, lechos de secado de arena y laguna de secado de lodos.

Los lechos de secado de arena es el método más usado en plantas pequeñas (menores de 100 l/s), éstos lechos son semejantes a filtros intermitentes de arena y tiene la ventaja de requerir poco personal para operación. Otro método alternativo son las lagunas de secado de lodos, sistema que puede ser implementado en donde las condiciones climatológicas generen buenas condiciones de evaporación y los suelos tengan una permeabilidad menor de 4.2×10^{-4} cm/s.

6.2.5 Disposición Final

Es en ésta parte del manejo de lodos donde se debe tener el mayor cuidado. Se debe recordar que el lodo generado por un proceso de tratamiento de aguas residuales se convierte en un

sub-producto y no en un residuo como ha sido hasta el momento la tendencia generalizada en el país.

Las alternativas de utilización posterior del lodos son:

- ❖ Compost
- ❖ Aplicación sobre el suelo
- ❖ Disposición en rellenos
- ❖ Incineración

6.3 OLORES

Es uno de los impactos relacionados con la operación de las plantas de tratamiento, en especial si estas no son operadas adecuadamente. En los tratamientos aeróbicos los olores son controlados asegurando que siempre se mantengan las condiciones aeróbicas en el sistema. Los olores que se pueden presentar son asociados principalmente con el manejo de los lodos generados. Estos deben ir a un proceso posterior de espesamiento y a una concentración por otros medios como filtros prensa o lechos de secado o a tratamiento en reactores anaeróbicos. Se debe tener un manejo adecuado de lodos que garantice que el espesamiento por medios físicos se lleve a cabo de forma tal que los lodos no permanezcan en contacto con el aire por periodos de tiempo prolongados y que una vez concentrados sean enviados con prontitud a su sitio de disposición final o a su compostaje. De lo contrario se iniciarían los molestos olores característicos de la putrefacción de la materia orgánica.

En los tratamientos anaerobios el sistema debe incluir las instalaciones para



la combustión de los gases generados con lo cual se disminuyen los impactos asociados.

6.4 LOCALIZACIÓN

Las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales, en lo posible, deben estar localizadas en sitios en donde según la rosa de los vientos, se tenga menor influencia sobre los predios vecinos. En todos los casos las plantas deben tener barreras para el control de olores que pueden ser barreras artificiales como cerramiento de tanques, paredes y/o mallas finas, o barreras naturales con árboles y arbustos de follaje espeso, sembrados como se muestra en la Figura 9.1.

6.5 VECTORES

En algunos casos se pueden producir proliferación de vectores y gallinazas que ocasionan molestias tanto al indus-

trial como a los vecinos. Para su control es indispensable mantener siempre las plantas en óptimas condiciones de aseo y aplicar productos químicos bajo la dirección técnica apropiada, de modo tal que su uso no produzca efectos nocivos sobre la biomasa, especialmente en los sistemas aeróbicos. De ser pertinente se deben aplicar insecticidas degradables de modo controlado para impedir el desarrollo de larvas.

6.6 PAISAJE

Las plantas de tratamiento deben ser diseñadas con criterios paisajísticos tratando en lo posible que sus estructuras no sean muy elevadas y que los diversos tanques sean pintados con colores agradables a la vista. El lavado externo de los tanques debe ser realizado al menos cada tres meses mientras que el mantenimiento externo debe ser realizado regularmente al menos una vez cada tres años.

7. FICHAS AMBIENTALES

En el presente capítulo se presentan las Fichas de Manejo, que deberán seguir aquellos proyectos que se rijan por la Guía.

Se plantean objetivos claros y concisos a implementar en las diferentes actividades de la etapa de construcción, así mismo se establecen unos lineamientos que permiten evaluar el cumplimiento de las medidas adoptadas con el fin de proteger el medio ambiente.

Los lineamientos ambientales aquí expresados deberán ser acogidos por el industrial, con el propósito de reducir los impactos que eventualmente se pueden generar durante esta etapa la construcción a los componentes abióticos, bióticos y sociales del medio receptor.

Por lo tanto las Fichas que a continuación se presentan se convierten en una herramienta técnica, administrativa y operativa para la gestión ambiental de los proyectos.

Cada ficha se estructuró de la siguiente forma:

OBJETIVO: Define la actividad que se desea controlar y el alcance de las medidas a aplicar.

IMPACTOS POTENCIALES: Donde se identifican las consecuencias ambientales que puede generar la actividad correspondiente.

COMPONENTES DE APLICACIÓN: Fijan y determinan que componente del sistema aplica.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN: Describe las principales medidas de control que hacen parte del proceso objeto de la ficha.



Es importante anotar que por tema de proceso expuestos son una guía, pero en cada caso deberán efectuarse las pruebas de tratabilidad correspondientes para seleccionar el más adecuado de acuerdo con las condiciones específicas existentes.

ACCIONES A DESARROLLAR: Donde se describen una serie de acciones tendientes a prevenir, y mitigar los impactos y efectos negativos que la actividad puede generar.

MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN:

Se indica en que momento se debe ejecutar el plan de control.

RESPONSABLE: Establece la persona o personas responsables de la ejecución de las actividades de control y mitigación.

MONITOREO Y CONTROL: Establece las actividades de control y registros necesarios para la evaluación de la efectividad de las medidas aplicadas.

FICHA No.	CONTENIDO
IND-1	Verificación sistemas de Gestión Ambiental
IND-2	Licencias, Permisos y Trámites
IND-3	Cálculo de Cargas y Tasas
IND-4	Control de Contaminación en Sitio Origen- Alimentos
IND-5	Control de Contaminación en Sitio Origen- Sacrificio de Aves
IND-6	Control de Contaminación en Sitio Origen- Artes Gráficas
IND-7	Control de Contaminación en Sitio Origen- Textiles
IND-8	Control de Contaminación en Sitio Origen- Galvanoplastia
IND-9	Control de Contaminación en Sitio Origen- Curtiembres
IND-10	Control de Contaminación en Sitio Origen- Sacrificio de Ganado
IND-11	Uso eficiente del agua
IND-12	Separación de Redes de Drenaje
IND-13	Educación Ambiental
IND-14	Relaciones con la comunidad
IND-15	Control de Aire y Ruido
IND-16	Monitoreo y control
IND-17	Operación en situación normal
IND-18	Operación en situación de emergencia

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

VERIFICACIÓN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

CÓDIGO: IND - 1
FECHA: DIC/01
PÁGINA 1 DE 1

1. OBJETIVO

Verificar la implantación de Sistemas de Gestión Ambiental.

2. IMPACTOS POTENCIALES

- Sobrecostos en los sistemas de tratamiento.
- Aumento en los consumos de agua y de materias primas.
- Aumento en las cargas aportantes a cuerpos de agua.
- Contaminación de aire y suelos.

3. COMPONENTES DE APLICACIÓN

OPERACIÓN

X

4. ACTIVIDADES A REVISAR

- Existencia de políticas ambientales.
- Conocimiento de aspectos legales.
- Existencia de producción limpia.
- Uso eficiente y ahorro de agua.
- Separación de líneas de drenaje.
- Existencia de pretratamientos.
- Existencia de cajas de aforos y muestreo.
- Registros de operación de sistemas de tratamiento.
- Registros de calidad del efluente.
- Cumplimiento de normas de vertimiento.
- Correcta disposición de residuos sólidos y lodos.

5. RESPONSABLE

El industrial.

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

LICENCIAS, PERMISOS Y TRAMITES

CÓDIGO: IND - 2

FECHA : DIC/01

PÁGINA 1 DE 3

1. OBJETIVO

Tramitar antes de iniciar la etapa de construcción las licencias, permisos y demás trámites requeridos por el sistema de pretratamiento industrial, así como coordinar con las demás entidades relacionadas las diferentes actividades para una correcta ejecución del proyecto. Cuando el sistema se encuentre en operación mantener las licencias y permisos adquiridos.

2. IMPACTOS POTENCIALES

- ➔ Incumplimiento Legislación vigente.
- ➔ Trabas al inicio de las obras.
- ➔ Problemas con la comunidad.
- ➔ Sanciones.
- ➔ Pérdida de los permisos obtenidos.



3. COMPONENTES DE APLICACIÓN

CONSTRUCCIÓN



OPERACIÓN



4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- ➔ Conocimiento de la legislación aplicable.
- ➔ Trámite oportuno de licencias, permisos y autorizaciones correspondientes. Renovación de los permisos ambientales
- ➔ Reuniones de información con las comunidades del sector.
- ➔ Reuniones con las entidades ambientales pertinentes.

5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

5.1 Licencia Ambiental

Si el proyecto requiere del trámite de licencia ambiental, ésta deberá tramitarse ante la CAR, la UAU o al Ministerio del Medio Ambiente, según corresponda.

Si el proyecto no requiere de Licencia Ambiental el dueño del proyecto deberá solicitar los permisos ambientales que requiera ante la autoridad ambiental competente. Previo al inicio de las obras y características del proyecto con 15 días de anticipación. La información a

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

LICENCIAS, PERMISOS Y TRAMITES

CÓDIGO: IND - 2

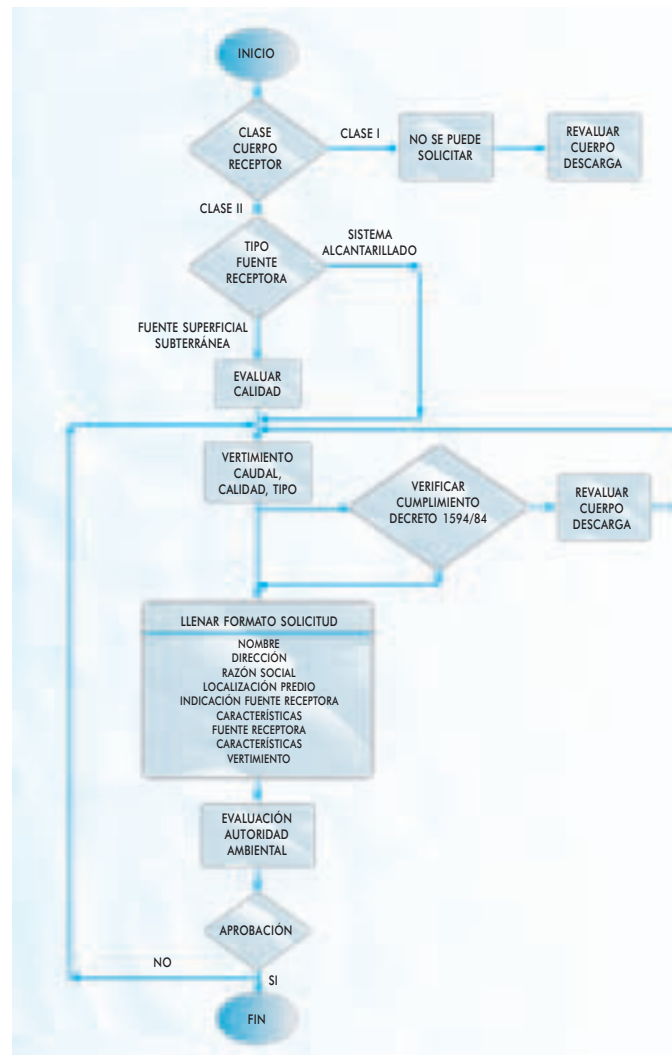
FECHA: DIC/01

PÁGINA 2 DE 3

remitir será como mínimo la siguiente : localización, alcance, descripción detallada de las actividades a ejecutar, cronograma, costos, responsable de la construcción y demás requisitos pertinentes.

5.2 Permisos

Cuando aplique se deben tramitar los permisos para: Aprovechamiento Forestal, transplante de material vegetal, vertimientos.





FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

<p>LICENCIAS, PERMISOS Y TRAMITES</p>	<p>CÓDIGO: IND - 2 FECHA : DIC/01 PÁGINA 3 DE 3</p>
<p>6. MOMENTO DE IMPLEMENTACION</p>	
<p>Aplica durante todas las etapas de ejecución del proyecto (planeación, diseño, construcción y operación y mantenimiento).</p>	
<p>7. RESPONSABLE</p>	
<p>El industrial.</p>	
<p>8. MONITOREO Y CONTROL</p>	
<p>Se debe dejar registro de todas las reuniones sostenidas tanto con las entidades como con las comunidades involucradas.</p> <p>Así mismo, se debe mantener en el sitio de la obra fotocopia de las licencias , permisos y autorizaciones correspondientes.</p>	

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

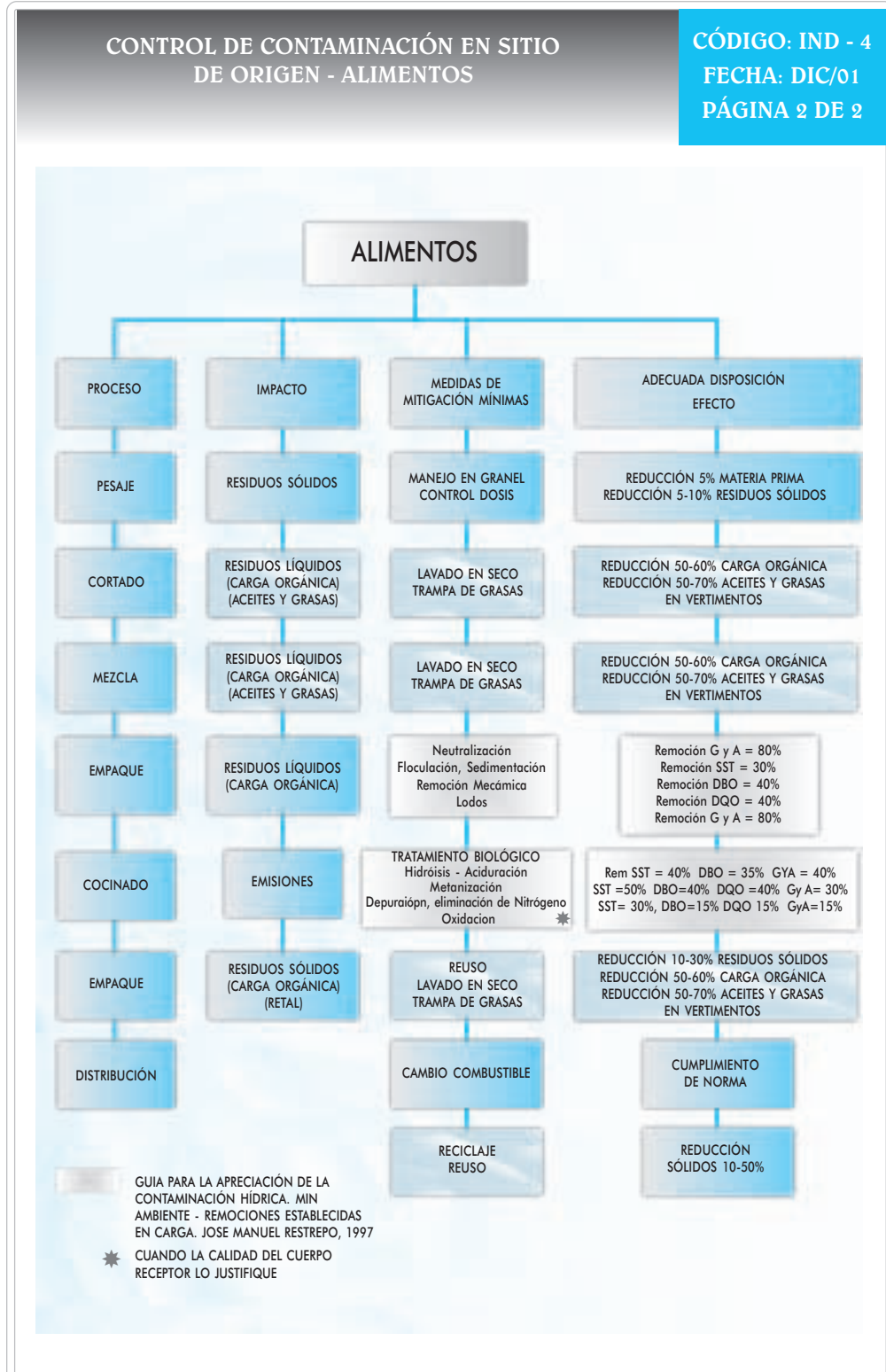
CÁLCULO DE CARGAS Y TASAS	CÓDIGO: IND - 3 FECHA: DIC/01 PÁGINA 1 DE 2
1. OBJETIVO	
Medición de cargas contaminantes y cálculo de tasas correspondientes.	
2. UTILIDAD	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Índices de buen manejo de agua ➤ Índices de costos de producción por costos de servicios públicos y de tratamiento de aguas. ➤ Control sobre pagos ambientales 	
3. COMPONENTES DE APLICACIÓN	
OPERACIÓN	X
4. MEDIDAS DE CONTROL	
CARGAS E INDICE DE CONTAMINACION DE AGUAS	
Medir caudal Q según procedimientos Ideam (m3/hr)	
Medir concentración parámetro de interés C en laboratorio certificado por Ideam (g/m3)	
Calcular carga mensual = Q x C x (horas de vertimiento/día) x (días trabajo/mes) = CARGA (g/mes)	
Calcular índice de contaminación = CARGA/(ton producto/mes)	
TASAS	
Parámetros de interés son SST y DBO	
Calcular CARGA de SST y de DBO	
Tasa SST= CARGA de SST x TARIFA (\$/kg)/1000	
Tasa DBO= CARGA de DBO x TARIFA (\$/kg)/1000	
Las Tarifas de SST y DBO deben ser suministradas por las entidades ambientales regionales.	
5. MOMENTO DE IMPLEMENTACION	
Aplica durante toda la etapa de operación del sistema.	
6. RESPONSABLE	
El industrial.	
7. MONITOREO Y CONTROL	
Si el índice de contaminación aumenta revisar los controles de proceso y la operación de los sistemas de pretratamiento.	
Cálculo al menos con una frecuencia mensual.	



FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

<p>CONTROL DE CONTAMINACIÓN EN SITIO DE ORIGEN - ALIMENTOS</p>	<p>CÓDIGO: IND - 4 FECHA: DIC/01 PÁGINA 1 DE 2</p>
1. OBJETIVO	
<p>Implementar medidas de manejo ambiental en el área de proceso que mitiguen y/o controlen la contaminación de aguas en el sitio de origen.</p>	
2. IMPACTOS POTENCIALES	
<ul style="list-style-type: none"> ➔ Incumplimiento Legislación vigente. ➔ Contaminación de aguas superficiales o subterráneas por grasas, carga orgánica y sólidos en suspensión ➔ Contaminación de suelos por descarga de residuos. ➔ Contaminación de aire por generación de olores. ➔ Sanciones. 	
3 COMPONENTES DE APLICACIÓN	
OPERACIÓN	<div style="background-color: #00AEEF; color: white; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">X</div>
4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y EFECTO	
<p>Ver Figura de la página siguiente.</p>	
5. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN	
<p>Aplica durante todas las etapas de ejecución del proyecto (planeación, diseño, construcción y operación).</p>	
6. RESPONSABLE	
<p>El industrial.</p>	
7. MONITOREO Y CONTROL	
<p>Llevar registros al menos semanales de las principales variables del proceso, material reciclado y aceites y grasas separados.</p>	

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES





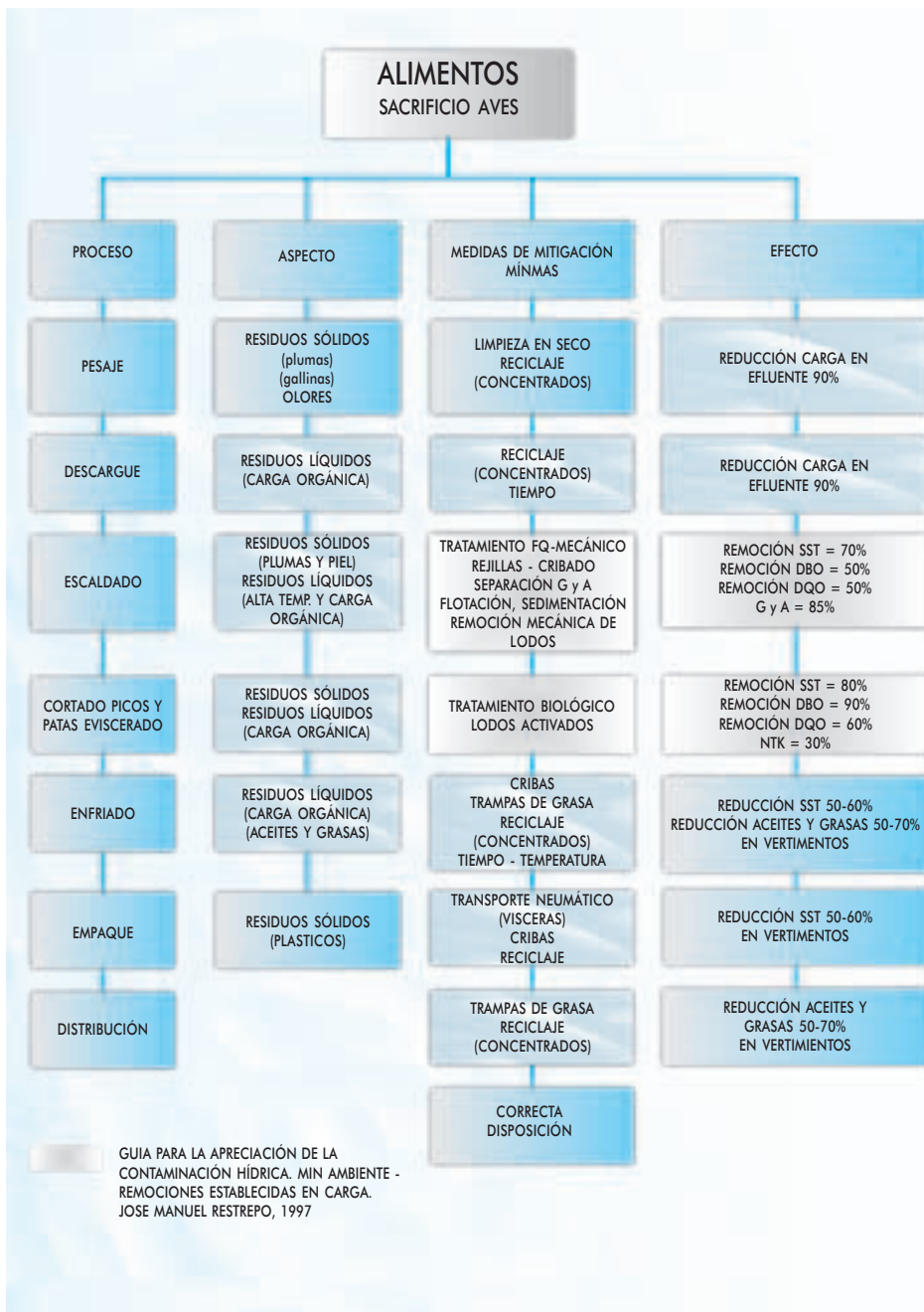
FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

<p>CONTROL DE CONTAMINACIÓN EN SITIO DE ORIGEN - SACRIFICIO AVES</p>	<p>CODIGO: IND - 5 FECHA: DIC/01 PÁGINA 1 DE 2</p>
<p>1. OBJETIVO</p>	
<p>Implementar medidas de manejo ambiental en el área de proceso que mitiguen y/o controlen la contaminación de aguas en el sitio de origen.</p>	
<p>2. IMPACTOS POTENCIALES</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➔ Incumplimiento Legislación vigente. ➔ Contaminación de aguas superficiales o subterráneas por grasas, carga orgánica y sólidos en suspensión. ➔ Contaminación de suelos por descarga de residuos. ➔ Contaminación de aire por generación de olores ➔ Sanciones. 	
<p>3. COMPONENTES DE APLICACIÓN</p>	
<p>OPERACIÓN <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y EFECTO</p>	
<p>Ver Figura de la página siguiente.</p>	
<p>5. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN</p>	
<p>Aplica durante todas las etapas de ejecución del proyecto (planeación, diseño, construcción y operación).</p>	
<p>6. RESPONSABLE</p>	
<p>El industrial.</p>	
<p>7. MONITOREO Y CONTROL</p>	
<p>Llevar registros al menos semanales de las principales variables del proceso, material reciclado y aceites y grasas separados.</p>	

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

CONTROL DE CONTAMINACIÓN EN SITIO
DE ORIGEN - SACRIFICIO AVES

CÓDIGO: IND - 5
FECHA: DIC/01
PÁGINA 2 DE 2





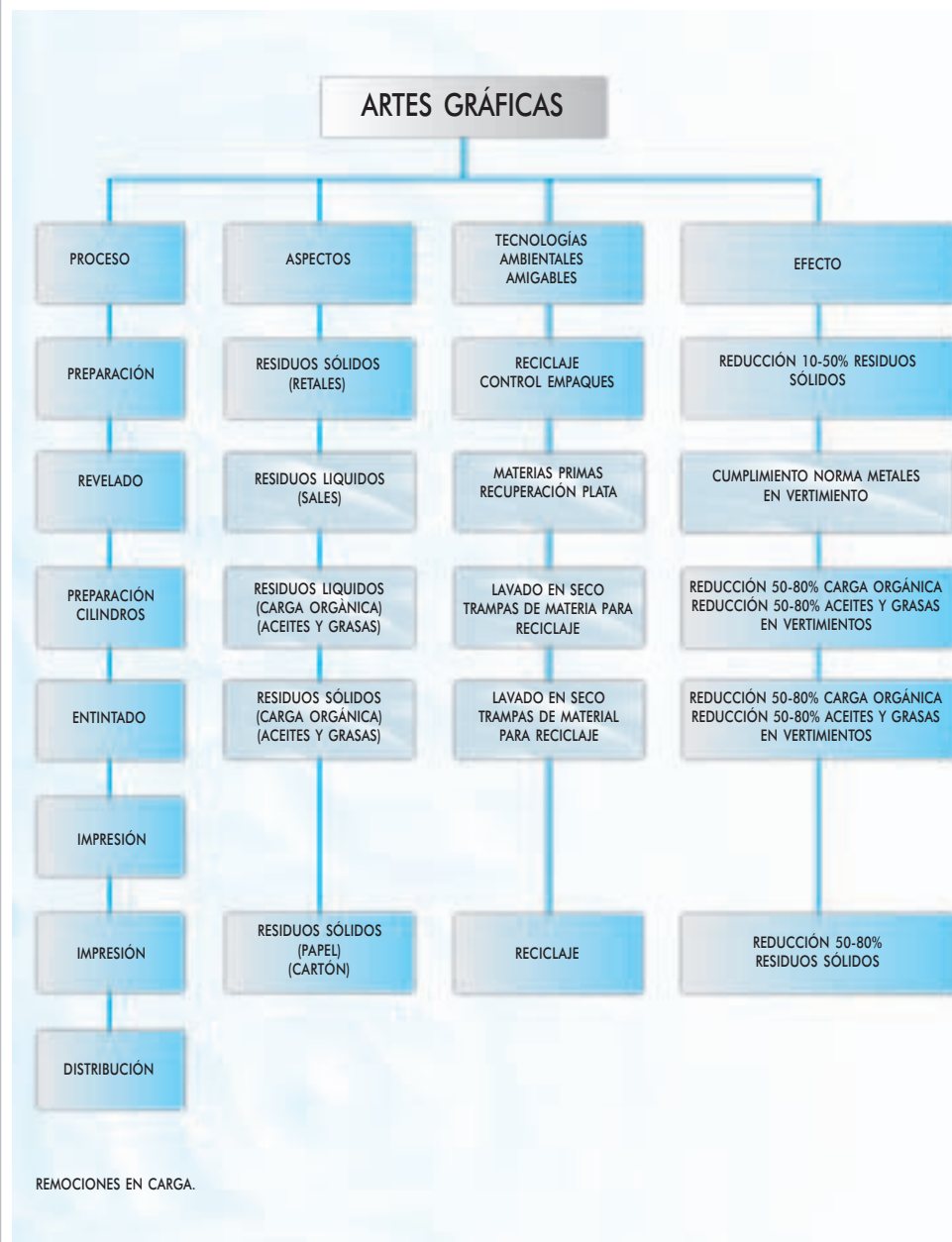
FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

<p>CONTROL DE CONTAMINACIÓN EN SITIO DE ORIGEN - ARTES GRÁFICAS</p>	<p>CÓDIGO: IND - 6 FECHA: DIC/01 PÁGINA 1 DE 2</p>
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Implementar medidas de manejo ambiental en el área de proceso que mitiguen y/o controlen la contaminación de aguas en el sitio de origen.</p>	
<p>2. IMPACTOS POTENCIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Incumplimiento Legislación vigente. ➔ Contaminación de aguas superficiales o subterráneas por grasas, carga orgánica y sustancias potencialmente tóxicas. ➔ Contaminación de suelos por descarga de residuos. ➔ Contaminación de aire por generación de olores. ➔ Sanciones 	
<p>3. COMPONENTES DE APLICACIÓN</p> <p>OPERACIÓN <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y EFECTO</p> <p>Ver Figura de la página siguiente.</p>	
<p>5. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN</p> <p>Aplica durante todas las etapas de ejecución del proyecto (planeación, diseño, construcción y operación).</p>	
<p>6. RESPONSABLE</p> <p>El industrial.</p>	
<p>7. MONITOREO Y CONTROL</p> <p>Llevar registros al menos semanales de las principales variables del proceso, material reciclado y aceites y grasas separados.</p>	

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

CONTROL DE CONTAMINACIÓN EN SITIO
DE ORIGEN - ARTES GRÁFICAS

CÓDIGO: IND - 6
FECHA: DIC/01
PÁGINA 2 DE 2





FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

<p>CONTROL DE CONTAMINACIÓN EN SITIO DE ORIGEN - TEXTILES</p>	<p>CÓDIGO: IND - 7 FECHA: DIC/01 PÁGINA 1 DE 2</p>
1. OBJETIVO	
<p>Implementar medidas de manejo ambiental en el área de proceso que mitiguen y/o controlen la contaminación de aguas en el sitio de origen.</p>	
2. IMPACTOS POTENCIALES	
<ul style="list-style-type: none"> ➔ Incumplimiento Legislación vigente. ➔ Contaminación de aguas superficiales o subterráneas por grasas, carga orgánica y sólidos en suspensión. ➔ Contaminación de suelos por descarga de residuos. ➔ Contaminación de aire por generación de olores. ➔ Sanciones . 	
3. COMPONENTES DE APLICACIÓN	
<p>OPERACIÓN <input checked="" type="checkbox"/></p>	
4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y EFECTO	
<p>Ver Figura de la página siguiente.</p>	
5. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN	
<p>Aplica durante todas las etapas de ejecución del proyecto (planeación, diseño, construcción y operación).</p>	
6. RESPONSABLE	
<p>El industrial.</p>	
7. MONITOREO Y CONTROL	
<p>Llevar registros al menos semanales de las principales variables del proceso y material reciclado separados.</p>	

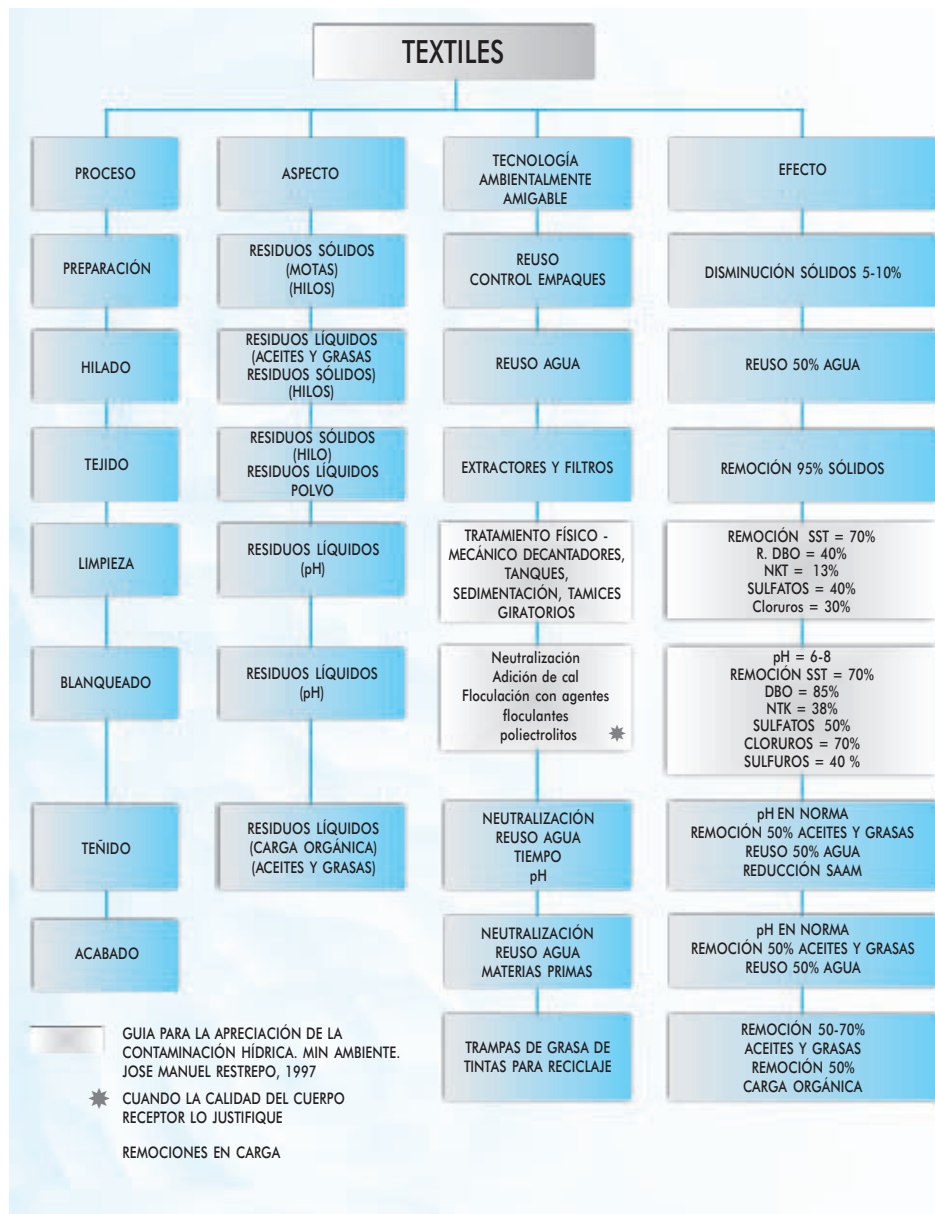
FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

CONTROL DE CONTAMINACIÓN EN SITIO
DE ORIGEN - TEXTILES

CÓDIGO: IND - 7

FECHA: DIC/01

PÁGINA 2 DE 2

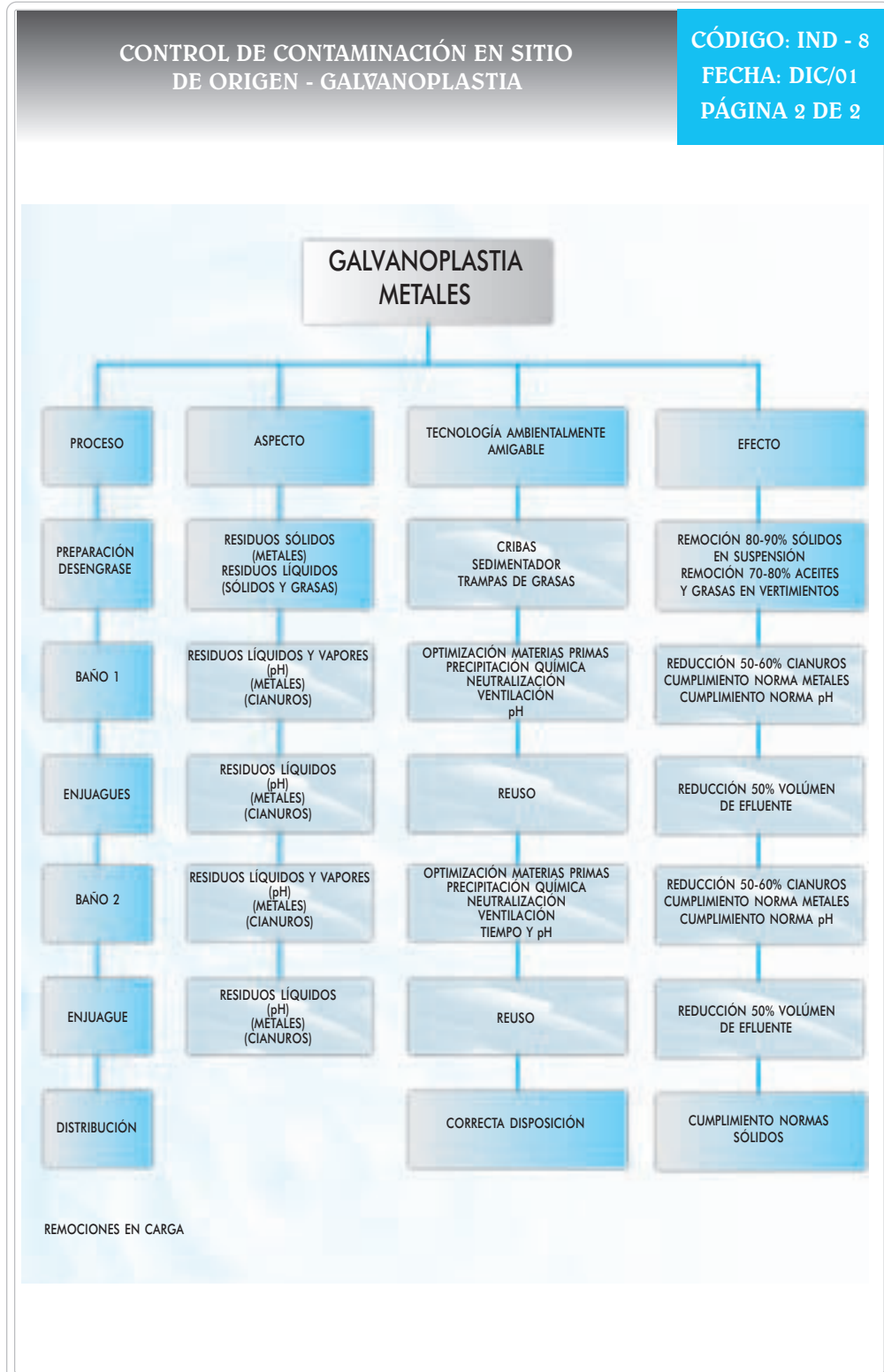




FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

<p>CONTROL DE CONTAMINACIÓN EN SITIO DE ORIGEN - GALVANOPLASTIA</p>	<p>CÓDIGO: IND - 8 FECHA: DIC/01 PÁGINA 1 DE 2</p>
1. OBJETIVO	
<p>Implementar medidas de manejo ambiental en el área de proceso que mitiguen y/o controlen la contaminación de aguas en el sitio de origen.</p>	
2. IMPACTOS POTENCIALES	
<ul style="list-style-type: none"> ➔ Incumplimiento Legislación vigente. ➔ Contaminación de aguas superficiales o subterráneas por grasas, carga orgánica y sólidos en suspensión. ➔ Contaminación de suelos por descarga de residuos. ➔ Contaminación de aire por generación de olores. ➔ Sanciones 	
3. COMPONENTES DE APLICACIÓN	
<p>OPERACIÓN <input checked="" type="checkbox"/></p>	
4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y EFECTO	
<p>Ver Figura de la página siguiente.</p>	
5. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN	
<p>Aplica durante todas las etapas de ejecución del proyecto (planeación, diseño, construcción y operación).</p>	
6. RESPONSABLE	
<p>El industrial.</p>	
7. MONITOREO Y CONTROL	
<p>Llevar registros al menos semanales de las principales variables del proceso y material reciclado.</p>	

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

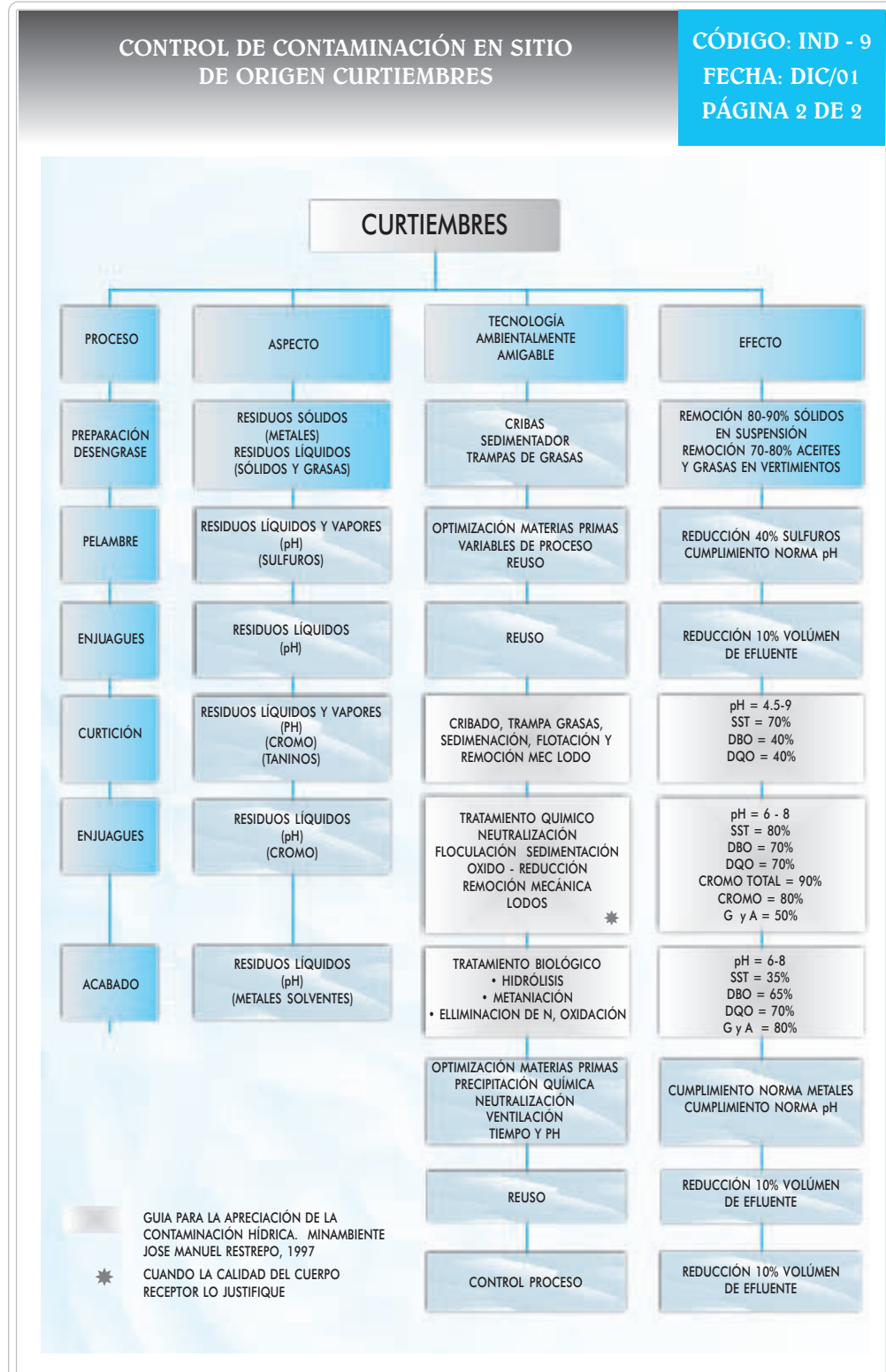




FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

<p>CONTROL DE CONTAMINACIÓN EN SITIO DE ORIGEN CURTIEMBRES</p>	<p>CÓDIGO: IND - 9 FECHA: DIC/01 PÁGINA 1 DE 2</p>
1. OBJETIVO	
<p>Implementar medidas de manejo ambiental en el área de proceso que mitiguen y/o controlen la contaminación de aguas en el sitio de origen.</p>	
2. IMPACTOS POTENCIALES	
<ul style="list-style-type: none"> ➔ Incumplimiento Legislación vigente. ➔ Contaminación de aguas superficiales o subterráneas por grasas, carga orgánica y sólidos en suspensión. ➔ Contaminación de suelos por descarga de residuos. ➔ Contaminación de aire por generación de olores. ➔ Sanciones. 	
3. COMPONENTES DE APLICACIÓN	
<p>OPERACIÓN <input checked="" type="checkbox"/></p>	
4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y EFECTO	
<p>Ver Figura de la página siguiente.</p>	
5. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN	
<p>Aplica durante todas las etapas de ejecución del proyecto (planeación, diseño, construcción y operación).</p>	
6. RESPONSABLE	
<p>El industrial.</p>	
7. MONITOREO Y CONTROL	
<p>Llevar registros al menos semanales de las principales variables del proceso y material reciclado.</p>	

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

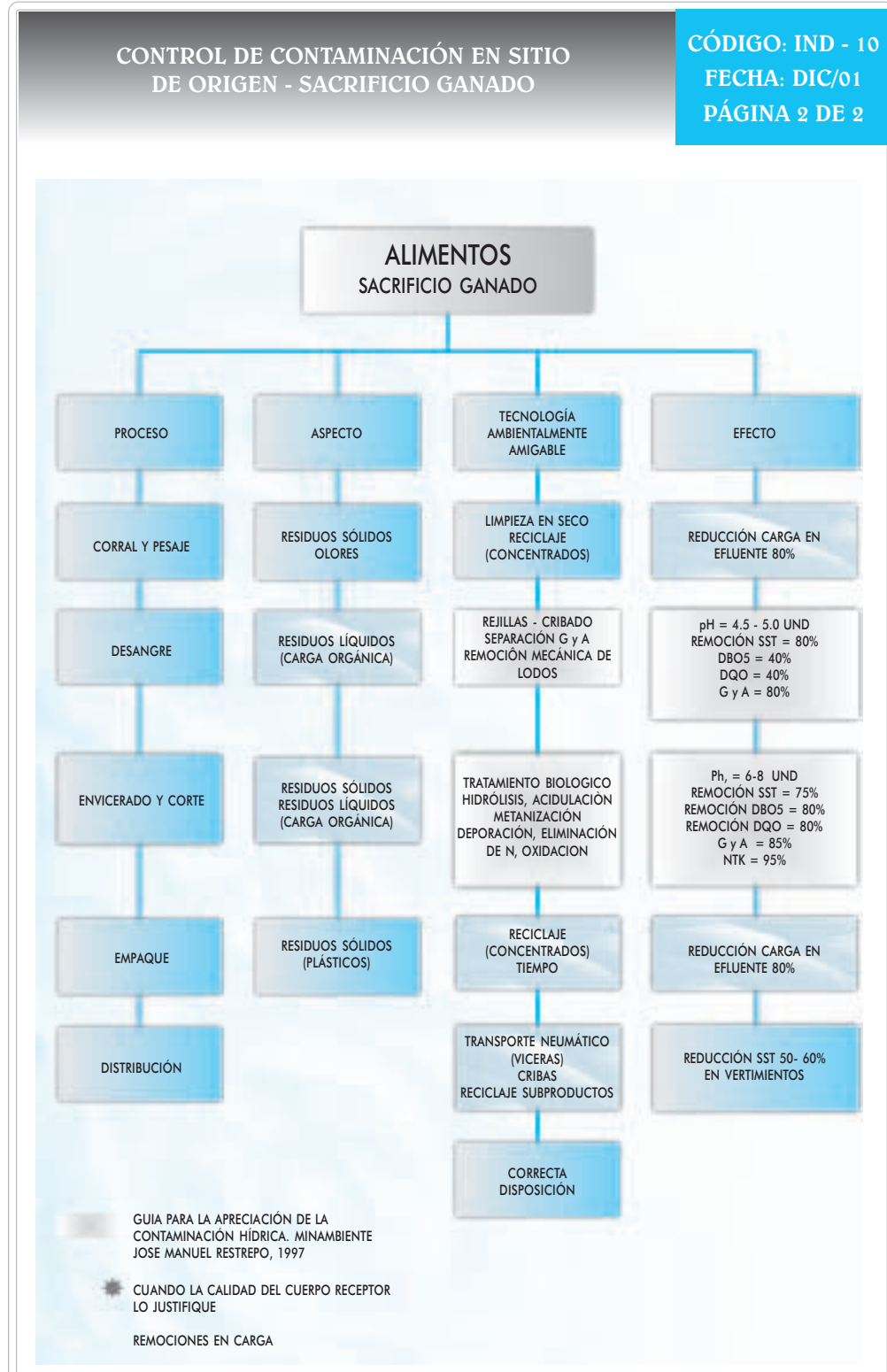




FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

<p>CONTROL DE CONTAMINACIÓN EN SITIO DE ORIGEN - SACRIFICIO GANADO</p>	<p>CÓDIGO: IND - 10 FECHA: DIC/01 PÁGINA 1 DE 2</p>
<p>1. OBJETIVO</p>	
<p>Implementar medidas de manejo ambiental en el área de proceso que mitiguen y/o controlen la contaminación de aguas en el sitio de origen.</p>	
<p>2. IMPACTOS POTENCIALES</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➔ Incumplimiento Legislación vigente. ➔ Contaminación de aguas superficiales o subterráneas por grasas, carga orgánica y sólidos en suspensión. ➔ Contaminación de suelos por descarga de residuos. ➔ Contaminación de aire por generación de olores. ➔ Sanciones. 	
<p>3. COMPONENTES DE APLICACIÓN</p>	
<p>OPERACIÓN X</p>	
<p>4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y EFECTO</p>	
<p>Ver Figura de la página siguiente.</p>	
<p>5. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN</p>	
<p>Aplica durante todas las etapas de ejecución del proyecto (planeación, diseño, construcción y operación).</p>	
<p>6. RESPONSABLE</p>	
<p>El industrial.</p>	
<p>7. MONITOREO Y CONTROL</p>	
<p>Llevar registros al menos semanales de las principales variables del proceso y material reciclado.</p>	

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES



FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

USO EFICIENTE DE AGUA

CÓDIGO: IND - 11

FECHA: DIC/01

PÁGINA 1 DE 2

1. OBJETIVO

Establecer las medidas de manejo y control que permitan establecer programas de uso eficiente y ahorro de agua cumplibles y verificables en especial por parte de los grandes usuarios.

2. IMPACTOS POTENCIALES

- ➔ Erosiones de suelos por fugas no identificadas.
- ➔ Consumos superiores de agua sobre las necesidades reales.
- ➔ Costos elevados por facturación de servicios públicos.
- ➔ Incumplimiento de regulaciones nacionales.
- ➔ Riesgo de accidentes e incendios (Sej. Industrial)

3. COMPONENTES DE APLICACIÓN

OPERACIÓN

X

4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- ➔ Control del agua captada y suministrada a los diferentes procesos.
- ➔ Educación ambiental.
- ➔ Reuso de agua



FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

USO EFICIENTE DE AGUA

CÓDIGO: IND - 11

FECHA: DIC/01

PÁGINA 2 DE 2

5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Formular un programa de uso eficiente y ahorro del agua que debe:

- Establecer Programas de medición.
- Establecer metas anuales de reducción de perdidas y ahorro del agua a 5 años.
- Establecer programas de capacitación ambiental.
- Llevar y conservar registros actualizados y confiables de la forma como han ejecutado y cumplido la operación y control de los sistemas de producción y conducción de agua potable.
- Realizar adecuación de aparatos sanitarios para reconvertirlos o cambiarlos por aparatos de bajo consumo.
- Reuso
- Establecer un programa de detección de fugas.
- Establecer factibilidad de programas para el reuso del agua.
- Incentivar el uso de las aguas lluvias.
- Instalar aparatos y accesorios de bajo consumo de agua.

6. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN

Aplica durante toda la etapa de operación del sistema.

7. RESPONSABLE

El industrial

8. MONITOREO Y CONTROL

Corporaciones Autónomas Regionales.

Curadores Urbanos.

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

SEPARACIÓN DE REDES DE DRENAJE

CÓDIGO: IND - 12
FECHA: DIC/01
PÁGINA 1 DE 2

1. OBJETIVO

Implementar las medidas de manejo ambiental que permitan disminuir los caudales de aguas de tipo industrial aportantes a cuerpos de agua y o sistemas de alcantarillados.

2. IMPACTOS POTENCIALES

- ➔ Sobrecostos en los sistemas de tratamiento.
- ➔ Aumento en los consumos de agua para los procesos productivos.
- ➔ Saturación de sistemas de conducción y de recepción (red de Alcantarillado).
- ➔ Aumento de las cargas aportantes a cuerpos de agua y o sistemas de alcantarillado.
- ➔ Percepciones organolépticas y visuales erróneas por parte de la comunidad y de entes reguladores.

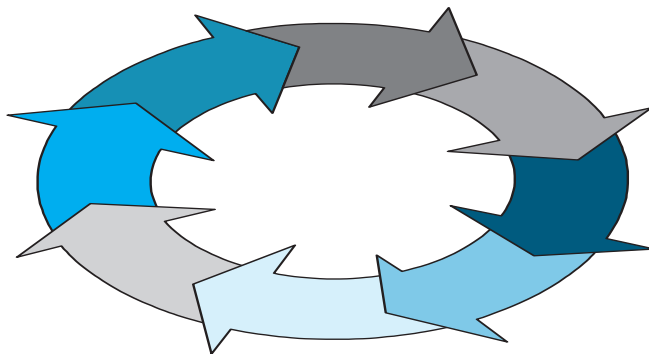
3. COMPONENTES DE APLICACIÓN

OPERACIÓN



4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- Disminución de vertimientos sobre cuerpos de agua y/o sistemas de alcantarillados.
- Disminución de costos de volúmenes y costos de abastecimiento de aguas.
- Aceptación de terceros del proceso productivo.



FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

SEPARACIÓN DE REDES DE DRENAJE

CÓDIGO: IND - 12

FECHA: DIC/01

PÁGINA 2 DE 2

5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Identificación y separación de trenes de producción.

Implementación y mantenimiento de sistemas de recolección, conducción y reutilización de aguas lluvias.

Separación de efluentes de tipo industrial de los efluentes de tipo doméstico.

Reutilización de aguas lluvias y aguas de proceso no pulvidas en actividades de refrigeración, humedecimiento de vías, riego de zonas verdes, etc.

Caracterización real de aguas de producción o industriales, fijando posibles reusos o determinado la necesidad de sistemas de tratamiento.

6. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN

Aplica durante la planeación de la construcción o en procesos de reconversión durante la operación.

7. RESPONSABLE

El industrial.

8. MONITOREO Y CONTROL

- ➔ Registro de demanda de agua.
- ➔ Registro de procesos de reconversión y reutilización de aguas.
- ➔ Monitoreos de aguas servidas.

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

EDUCACIÓN AMBIENTAL

CÓDIGO: IND - 13

FECHA: DIC/01

PÁGINA 1 DE 2

1. OBJETIVO

Capacitación de operarios, terceros y contratistas, en aspectos ambientales, tales como:

- ➔ Conservación del medio ambiente y mitigación de los posibles impactos ambientales atribuibles a aguas residuales.
- ➔ Cuidado de la salud de los operarios de planta.

2. IMPACTOS POTENCIALES

- ➔ Deterioro de las condiciones de vida del área de influencia por obstrucciones y taponamientos del alcantarillad.
- ➔ Detrimiento de la calidad de los recursos hídricos.
- ➔ Detrimiento de la calidad de suelos.

3. COMPONENTES DE APLICACIÓN

OPERACIÓN



4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- ➔ Control de la intervención de trabajadores no capacitados en el manejo de la planta.
- ➔ Acciones ambientales para el control y reuso de residuos.

5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Talleres con empleados y contratistas acerca de la necesidad de conservación del medio ambiente. Charlas sobre la normatividad ambiental vigente.

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

EDUCACIÓN AMBIENTAL

CÓDIGO: IND - 13

FECHA: DIC

01 PÁGINA 1 DE 2

Realización de actividades lúdicas que contribuyan a un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, fomento de acciones de reciclaje y uso racional del agua.

Realización de reuniones trimestrales con el grupo de trabajadores, acerca de la importancia y necesidad de conservación del medio ambiente.

Capacitación en Higiene y Seguridad Industrial para reducir los incidentes y accidentes que se puedan presentar durante la construcción y operación del sistema de tratamiento.

6. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN

Aplica en Construcción y Operación del sistema de tratamiento.

7. RESPONSABLE

El industrial

8. MONITOREO Y CONTROL

De los talleres programados y demás reuniones se deben llevar registros escritos.

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

RELACIÓN CON LA COMUNIDAD

CODIGO: IND -14
FECHA: DIC/01
PÁGINA 1 DE 3

1. OBJETIVO

Promover un manejo compatible y de buenas relaciones entre el ejecutor de las obras y la comunidad.

2. IMPACTOS POTENCIALES

- ➔ Alteración de las actividades cotidianas.
- ➔ Incomodidades a la comunidad.
- ➔ Quejas de la comunidad.
- ➔ Vandalismo sobre obras realizadas, herramientas, materiales y trabajadores.
- ➔ Pérdida de imagen empresarial.

3. COMPONENTES DE APLICACIÓN

CAPTACIÓN



ADUCCIÓN Y
CONDUCCIÓN



P POTABILIZACIÓN



TANQUE DE
ALMACENAMIENTO



RED DE
DISTRIBUCIÓN



4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- ➔ Implementar programa para mantener libres los accesos peatonales y vehiculares.
- ➔ Coordinar con Juntas de Acción Comunal y/o líderes comunitarios las actividades a realizarse que inevitablemente causará afectación a la comunidad.
- ➔ Mantener comunicación directa de la obra con la comunidad

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

RELACIÓN CON LA COMUNIDAD

CODIGO: IND -14

FECHA: DIC/01

PÁGINA 2 DE 3

5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Coordinar las obras de manera tal que se evite interrumpir al máximo la circulación del tránsito pública, ya sea vehicular o peatonal.

Proveer y mantener desvíos alternativos que garanticen la circulación del tránsito y privado cuando resulte necesario atravesar, cerrar u obstruir rutas, caminos o calles. Ya sean públicas o privadas.

Señalar los accesos alternativos, pasos peatonales, desvíos, zonas cerradas; anunciando previamente a la comunidad los cambios a realizar.

Proveer y mantener accesos alternativos para las personas que residan en la zona o para aquellas que tengan actividad comercial en la misma.

Evitar estacionaren caminos de uso público tanto en forma transitoria como permanente vehículos, maquinaria o equipos, como tampoco efectuar acopio de ningún tipo de material en estas zonas.

Contar con habilitación específica para los vehículos afectados a las distintas activida-

des de la obra, pertenezcan al ejecutor de la obra a terceros, tanto dentro como fuera de los Límites del Proyecto, y circular conforme con las modalidades exigidas por las normativas municipales y/o regionales vigentes, según sea la localización del proyecto.

Elaborar un programa de trabajos tal que la construcción de la Obra no interfiera con las actividades que se desarrollan en las áreas de cultivos o en los campos destinados a pastoreo.

Mantener permanentemente los cercos existentes para restringir el desplazamiento del ganado y cuidar que las tranqueras permanezcan cerradas y seguras.

Reducir al mínimo los costes de alambrados, cercas y repararlos y dejarlos en perfectas condiciones cada vez que sean afectados mientras dure la ejecución de las obras y hasta la finalización de las mismas.

Mantener libre de obstrucciones y disponibles las válvulas de los servicios sanitarios, sistemas hidrantes contra incendio y bocas de registro de los distintos servicios.

6. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN

Durante la fase de planeación, antes de la construcción y durante la operación y mantenimiento.



FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

RELACIÓN CON LA COMUNIDAD

CODIGO: IND -14
FECHA: DIC/01
PÁGINA 3 DE 3

7. RESPONSABLE

El dueño del proyecto, contratista de la construcción y ejecutor del proyecto.

8. MONITOREO Y CONTROL

Registro de actividades realizadas.

Quejas presentadas por la comunidad y atendidas por la empresa ejecutora.

Reuniones con la comunidad y líderes comunitarios.

Curadores urbanos.

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

MONITOREO Y CONTROL

CÓDIGO: IND - 15
FECHA: DIC/01
PÁGINA 1 DE 2

1. OBJETIVO

Establecer bases y acciones que permitan identificar los impactos ambientales del sistema de tratamiento de aguas residuales.

2. IMPACTOS POTENCIALES

- En las aguas superficiales y sub-superficiales por la disposición inadecuada de residuos líquidos y sólidos.
- En el suelo por disposición inadecuada de lodo.
- En el aire por la producción de olores y ruido.

3. COMPONENTES DE APLICACIÓN

OPERACIÓN

4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Monitoreo de aguas y aire.

Inspección de registros y de áreas de disposición final de lodos.

Implementación de correctivos.



5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Toma de muestras mensuales y determinación de la calidad del agua residual antes y después del tratamiento. Los parámetros a analizar son normalmente DBO, DQO, SST, Sólidos Sedimentables, pH y Aceites y Grasas, además de los que señale la Autoridad Ambiental para cada caso específico.



FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

MONITOREO Y CONTROL

CÓDIGO: IND - 15

FECHA: DIC/01

PÁGINA 2 DE 2

Inspección semestral de registros ambientales y manejo de lodos en los sitios de disposición final.

Monitoreo semestral de calidad del aire en zonas vecinas, en lo referente a presencia de olores.

Monitoreo anual de la calidad del aire en zonas vecinas en lo referente a ruido.

Capacitación, al menos una vez por año, a los trabajadores sobre la observancia y aplicación de las normas ambientales.

6. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN

Aplica la operación del sistema de tratamiento.

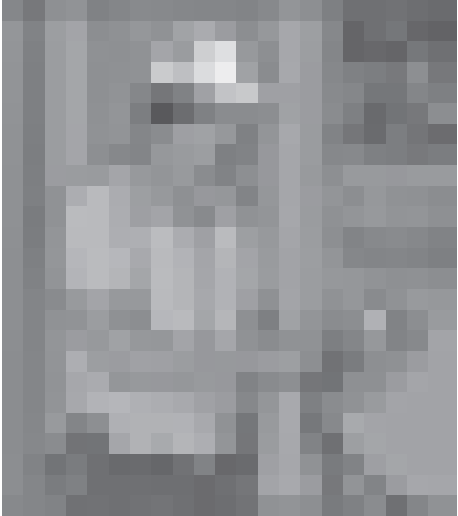
7. RESPONSABLE

El industrial.

8. MONITOREO Y CONTROL

- ➔ Llevar registros diarios de todas las actividades realizadas.
- ➔ Registros de los resultados de las caracterizaciones y medidas implantadas.
- ➔ Registros de los monitoreos sobre ruido y olores.
- ➔ Remisión de informes al menos una vez por año a las autoridades ambientales.

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

CONTROL DEL AIRE Y RUIDO		CÓDIGO: IND - 16 FECHA: DIC/01 PÁGINA 1 DE 2
1. OBJETIVO		
<p>Establecer las medidas a desarrollar en aquellas actividades acciones que pueden generar un incremento en los niveles de gases (Olores) y ruido , por efecto de la construcción y la operación de la planta de tratamiento.</p>		
2. IMPACTOS POTENCIALES		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incomodidad a la comunidad.. ➤ Deterioro de la salud de los trabajadores. ➤ Emisiones Atmosféricas. 		
3. COMPONENTES DE APLICACIÓN		
CONSTRUCCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	OPERACIÓN <input checked="" type="checkbox"/>
4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN		
<p>Establecer barreras físicas naturales o artificiales para confinación de olores.</p> <p>Realizar un manejo rápido en los procesos de concentración y transporte de lodos.</p> <p>Reducir la generación de ruido en bombas, compresores, sopladores y otros con la utilización de equipos en buenas condiciones e instalación de barreras acústicas.</p>		
		
5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR		
<p>Verificar condiciones ambientales apropiadas mediante mediciones de ruido y detección de olores.</p>		

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

CONTROL DEL AIRE Y RUIDO

CÓDIGO: IND - 16
FECHA: DIC/01
PÁGINA 2 DE 2

NIVEL DE PRESIÓN SONORA Db(A)

TIPO DE USO	NIVEL DIURNO dB	NOCTURNO dB
Residencial	65	45
Comercial	70	60
Industrial	75	75
De tranquilidad	45	45

Horario Diurno :07:00 a 21:00 y Horario Nocturno :de 21:00 a las 07:00

El personal expuesto al ruido deberá usar protectores para oídos y cuando se trabaje con niveles máximos (90 dB), programar las tareas con relevos, de manera que se tengan descansos alternativos de una (1) hora.

Se deben humedecer periódicamente las áreas o focos de emisión de material particulado.

Revisión y mantenimiento permanente de la maquinaria y equipo de los componentes del sistema de tratamiento.

EXPOSICIÓN MÁXIMA

EXPOSICION (horas/día)	NIVEL SONORO VLP(dB(A))
4	90
2	95
1	100
0,5	105
0,25	110
0,12	115

6. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN

Aplica durante la etapa de construcción y operación del proyecto.

7. RESPONSABLE

El industrial

8. MONITOREO Y CONTROL

Se deberán llevar registros de los niveles de ruido generados, con una periodicidad mínima de seis meses.

Se deberán llevar registros sobre la evaluación de olores con periodicidad mínima de seis meses.

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

OPERACIÓN EN SITUACIÓN NORMAL

CÓDIGO: IND - 17
FECHA: DIC/01
PÁGINA 1 DE 3

1. OBJETIVO

Establecer las medidas de control ambiental a tener en cuenta durante la etapa de operación normal en un sistema de tratamiento de aguas residuales.

2. IMPACTOS POTENCIALES

- Desperdicio del recurso hídrico.
- Deterioro de la calidad del agua.
- Contaminación por ruido o desprendimiento de gases.
- Contaminación del suelo por mala disposición de lodos y residuos sólidos.

3. COMPONENTES DE APLICACIÓN

CONSTRUCCIÓN

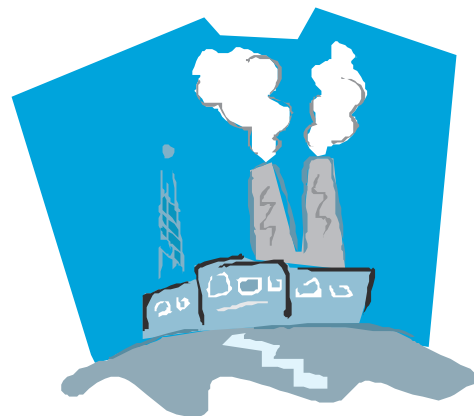


OPERACIÓN



4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- Control del consumo de agua.
- Control de consumos y vertimientos por unidad de producción.
- Disposición adecuada de residuos.
- Programación de actividades rutinarias de mantenimiento.
- Control del agua en las actividades de mantenimiento.



5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Verificar al menos mensualmente el consumo de agua y su relación con el número de unidades producidas.

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

OPERACIÓN EN SITUACIÓN NORMAL

CÓDIGO: IND - 17

FECHA: DIC/01

PÁGINA 2 DE 3

Verificar con una frecuencia periódica el vertimiento de agua y su relación con el número de unidades producidas o con condiciones especiales de producción o mantenimiento.

Verificar la correcta disposición de lodos mediante visitas semestrales a los sitios de disposición final.

Analizar al menos semanalmente la calidad del agua afluente y efluente del sistema de tratamiento.

Se debe dotar a los operarios encargados del mantenimiento de bolsas para la recolección de basuras y capacitarlos en la correcta ejecución de sus actividades preservando el medio ambiente.

- ➔ Llevar registros periódicos de la calidad del agua tratada y sin tratar, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1594/84.
- ➔ Mantener un stock adecuado de los productos químicos requeridos por el proceso.
- ➔ Establecer dentro de las instalaciones de la planta un sitio adecuado para el almacenamiento de los productos químicos, cumpliendo con las normas de seguridad industrial pertinentes.
- ➔ Mantener actualizadas las Fichas de Seguridad de los productos requeridos.
- ➔ Instruir a los operadores de la planta sobre las características de los productos, la forma adecuada de manipulación

de los mismos, y forma de actuar en caso de accidentes.

- ➔ Llevar registros del volumen de lodo producido.
- ➔ Establecer procedimientos para la operación del sistema de tratamiento.
- ➔ De ser pertinente disponer dentro de los predios de la planta de una zona convenientemente habilitada para la disposición final de los lodos generados. Tener en cuenta que se debe dotar con un sistema de drenaje que permita disponer los lixiviados producidos de forma que no contaminen las fuentes superficiales aledañas.
- ➔ Los lodos deben ser tratados antes de su disposición final, cumpliendo con las normas de calidad establecidas en el RAS - 2000.
- ➔ El agua proveniente de las actividades de limpieza de la planta debe ser conducida a tratamiento, si ésta alternativa no es viable debe disponerse de un sistema de tratamiento que permita mejorar su calidad antes del vertimiento, en un todo de acuerdo con las normas ambientales vigentes.
- ➔ Los empaques de los residuos químicos deben ser clasificados de acuerdo con el grado de toxicidad del producto que contienen y dispuestos de forma adecuada. Nunca deben ser mezclados con los residuos convencionales de la planta.

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

OPERACIÓN EN SITUACIÓN NORMAL

CÓDIGO: IND - 17

FECHA: DIC/01

PÁGINA 1 DE 3

➔ Programar las reparaciones y actividades de mantenimiento con anterioridad.

6. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN

Aplican durante todo el tiempo que dure la operación del sistema de tratamiento de aguas residuales.

7. RESPONSABLE

El industrial.

8. MONITOREO Y CONTROL

Se deben enviar informes a las Autoridades ambientales al menos una vez por año.

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

OPERACIÓN EN SITUACIÓN DE EMERGENCIA

CÓDIGO: IND - 18

FECHA: DIC/01

PÁGINA 1 DE 2

1. OBJETIVO

Establecer las medidas de control ambiental a tener en cuenta durante la etapa de operación en de emergencia que se pueda presentar en un sistema de pretratamiento.

2. IMPACTOS POTENCIALES

- ➔ Contaminación de aguas
- ➔ Contaminación de suelos
- ➔ Afectación de la comunidad.

3. COMPONENTES DE APLICACIÓN

OPERACIÓN

X

4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- ➔ Control de la cantidad del agua de suministro.
- ➔ Preservación de los recursos naturales.



5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

En caso de emergencia se debe establecer un plan de acción que permita almacenar agua sin tratar por un periodo razonable.

Racionalizar el consumo sólo a las actividades prioritarias.

FICHAS AMBIENTALES - PRETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES

OPERACIÓN EN SITUACIÓN DE EMERGENCIA

CÓDIGO: IND - 18

FECHA: DIC/01

PÁGINA 1 DE 2

Establecer un canal de comunicación directo con las Autoridades Ambientales que permitan mantenerlos informados del desarrollo de la emergencia así como de las medidas adoptadas para su control.

6. MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN

Aplican durante todo el tiempo que dure la situación de emergencia.

7. RESPONSABLE

El industrial

8. MONITOREO Y CONTROL

Se deben enviar informes diarios o semanales a las Autoridades Ambientales sobre el manejo de la emergencia, dependiendo de su magnitud de impacto.

Anexos

ANEXO No. 1

PERMISOS DE VERTIMIENTO

Principios Generales (Decreto 1541 de 1978)

Para efectos de la aplicación del artículo 134 del Decreto - Ley 2811 de 1974, se establece la siguiente clasificación de las aguas con respecto a los vertimientos:

Clase I. Cuerpos de aguas que no admiten vertimientos.

Clase II. Cuerpos de aguas que admiten vertimientos con algún tratamiento.

Pertenecen a la Clase I:

1. Las cabeceras de las fuentes de agua;
2. Las aguas subterráneas;
3. Los cuerpos de aguas o zonas costeras, utilizadas actualmente para recreación;
4. Un sector aguas arriba de las bocatomas para agua potable, en extensión que determinará la autoridad ambiental,
5. Aquellos que declare la autoridad ambiental como especialmente protegidos de acuerdo con lo dispuesto por los artículos 70 y 137 del Decreto - Ley 2811 de 1974.

Pertenecen a la Clase II:

Los demás cuerpos de agua no incluidos en la Clase I. (Artículo 205)

Si como consecuencia del aprovechamiento de aguas en cualquiera de los usos previstos por el artículo 36 de este Decreto, se han de incorporar a las aguas sustancias o desechos, se requerirá permiso de vertimiento, el cual se tramitará junto con la solicitud de concesión o permiso para el uso del agua, o posteriormente si tales actividades sobrevienen al otorgamiento del permiso o concesión.

Igualmente deberán solicitar este permiso los actuales titulares de concesión para el uso de las aguas. (Artículo 208)

Control de Vertimientos

Se prohíbe verter, sin tratamiento, residuos sólidos, residuos líquidos o gaseosos, que puedan contaminar o eutroficar las aguas, causar daño o poner en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna, o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos.

El grado de tratamiento para cada tipo de vertimiento dependerá de la destinación de los tramos o cuerpos de agua, de los efectos para la salud y de las implicaciones ecológicas y económicas. (Artículo 211).

Si a pesar de los tratamientos previstos o aplicados, el vertimiento ha de ocasionar contaminación en grado tal que inutilice el tramo o cuerpo de agua para los usos o destinación previstos por la autoridad ambiental, ésta podrá denegar o declarar la caducidad de la concesión de aguas o

permiso de vertimiento. (Artículo 212)

Vertimiento por uso industrial

Los concesionarios de aguas para uso industrial tienen la obligación de reciclarlas, esto es recuperarlas para nuevo uso, siempre que ello sea técnica y económicamente factible. (Artículo 226)

Si como consecuencia del uso industrial las aguas adquieren temperatura diferente a la de la corriente o depósito receptor, los concesionarios tienen la obligación de tratarlas para que recuperen su temperatura natural antes de verterlas al cauce de origen, a las redes de alcantarillado o a los acueductos de desagüe (Artículo 227).

Los desagües y efluentes provenientes de las plantas industriales deberán evacuarse mediante redes especiales construidas para este fin, en forma que facilite el tratamiento del agua residual, de acuerdo con las características y la clasificación de la fuente receptora. (Artículo 228)

Las industrias que no puedan garantizar la calidad de las aguas dentro de los límites permisibles que se establezcan, solo podrán instalarse en los lugares que indique la autoridad ambiental.

Para autorizar su ubicación en zonas industriales se tendrán en cuenta el volumen y composición de los efluentes y la calidad de la fuente receptora, conforme al artículo 141 del Decreto - Ley 2811 de 1974. (Artículo 229)

Las industrias solo podrán ser autorizadas a descargar sus efluentes en el



sistema de alcantarillado público, si cumplen con las exigencias que establezca la autoridad ambiental. (Artículo 230):

Reglamentación de vertimientos

Cuando la reglamentación de que trata el Capítulo I del Título V de este Decreto, tenga por objeto los vertimientos a una corriente o depósito de agua, el estudio, además de los temas previstos por el artículo 110, deberá comprender los siguientes:

- a. Censo de vertimientos;
- b. Clasificación de la corriente receptora conforme al artículo 205;
- c. Efectividad de los sistemas de tratamiento ya existentes y de los proyectados, y
- d. Proyección del manejo de la corriente o depósito receptor. (Artículo 231).

PROHIBICIONES, SANCIONES, CADUCIDAD, CONTROL Y VIGILANCIA

PROHIBICIONES Y SANCIONES

Por considerarse atentatorias contra el medio acuático se prohíben las siguientes conductas:

1. Incorporar o introducir a las aguas o sus cauces cuerpos o sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o formas de energía en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar o salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna y demás recursos relacionados con el recurso hídrico.

La autoridad ambiental señalará las cantidades, concentraciones o niveles a que se refieren el artículo 18 de la Ley número 23 de 1973 y el artículo 8 del Decreto - Ley 2811 de 1974.

2. Infringir las disposiciones relativas al control de vertimientos.
3. Producir en desarrollo de cualquier actividad, los siguientes efectos:
 - a. La alteración nociva del flujo natural de las aguas;
 - b. La sedimentación en los cursos y depósitos de agua;
 - c. Los cambios nocivos del lecho o cauce de las aguas;
 - d. La eutroficación;
 - e. La extinción o disminución cualitativa o cuantitativa de la flora o de la fauna acuática, y
 - f. La disminución del recurso hídrico como fuente natural de energía.(Artículo 238)

Sanciones

A quien incurra en una de las conductas relacionadas en el Artículo 238 del Decreto 1541 de 1978, produciendo contaminación o deterioro del recurso hídrico, si amonestado no cesa en su acción o corrige la conducta lesiva, la autoridad ambiental le impondrá las siguientes sanciones y medidas preventivas previstas en el Artículo 85 de la Ley 99 de 1993 (Art. 241):

1. Multas diarias hasta por una suma equivalente a 300 salarios mínimos legales mensuales.

2. Suspensión de la concesión, permiso o autorización.
3. Revocatoria o caducidad del permiso o concesión.
4. Demolición de la obra a costa del infractor cuando habiéndose adelantado sin permiso o licencia, y no habiendo suspendida, cauce daño al medio ambiente o a los recursos naturales renovables.

Estas sanciones se aplican sin perjuicio de las acciones civiles y penales a que haya lugar.

Medidas preventivas:

1. Amonestación verbal o escrita.
2. Suspensión de la obra o actividad, cuando de su ejecución pueda derivarse daño o peligro para los recursos naturales renovables o la salud humana, o cuando la obra o actividad se haya iniciado sin el respectivo permiso, concesión, licencia o autorización.
3. Realizar estudios y evaluaciones dentro de un término perentorio, para establecer la naturaleza y características de los daños, efectos e impactos causados por la infracción, así como las medidas necesarias para mitigarlas o compensarlas.

El pago de las multas no exime al infractor de ejecutar obras y medidas ordenadas por la entidad ni de la obligación de restaurar el medio ambiente y los recursos naturales renovables. (Arts. 83 a 85 de la ley 99 de 1993).

Las sanciones a que se refiere este capítulo serán impuestas sin perjuicio de

las acciones civiles y penales a que haya lugar. (Artículo 246)

DECRETO 1594 DE 1984

Se prohíbe todo vertimiento de residuos líquidos a las calles, calzadas y canales o sistemas de alcantarillado para aguas lluvias, cuando quiera que existan en forma separada o tengan esta única destinación. (Artículo 60)

Se prohíbe la inyección de residuos líquidos a un acuífero, salvo que se trate de la reinyección de las aguas provenientes de la exploración y explotación petrolífera y de gas natural, siempre y cuando no se impida el uso actual o potencial del acuífero. (Artículo 61)

Se prohíbe la utilización de aguas del recurso, del acueducto público o privado y las de almacenamiento de aguas lluvias, con el propósito de diluir los vertimientos, con anterioridad a la descarga al cuerpo receptor. (Artículo 62)

Se permite la infiltración de residuos líquidos siempre y cuando no se afecte la calidad del agua del acuífero en condiciones tales que impida los usos actuales o potenciales. (Artículo 63)

Las normas de vertimiento serán fijadas teniendo en cuenta los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados al recurso.

En los tramos en donde se asignen usos múltiples, las normas de vertimiento se establecerán teniendo en cuenta los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uso.



El control de los criterios de calidad se hará por fuera de la zona de mezcla, la cual será determinada para cada situación específica por la autoridad ambiental. (Artículo 66)

Para el control del cumplimiento de las normas de vertimiento por parte de cada usuario, se deberá tener en cuenta que cuando la captación y la descarga se realicen en un mismo cuerpo de agua, en las mediciones se descontarán las cargas de los contaminantes existentes en el punto de captación. (Artículo 67)

Los usuarios existentes que amplíen su producción, serán considerados como usuarios nuevos con respecto al control de los vertimientos que correspondan al grado de ampliación. (Artículo 68)

Los responsables de todo sistema de alcantarillado deberán dar cumplimiento a las normas de vertimiento contenidas en el presente Decreto. (Artículo 69)

Los sedimentos, lodos y sustancias sólidos provenientes de sistemas de tratamiento de agua o equipos de control de contaminación ambiental, y otras tales como cenizas, cachaza y bagazo, no podrán disponerse en cuerpos de aguas superficiales, subterráneas, marinas, estuarinas o sistemas de alcantarillado, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales en materia de residuos sólidos. (Artículo 70)

Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos, se tendrá en cuenta:

- a. Se prohíbe la aplicación manual de agroquímicos dentro de una

franja de tres (3) metros, medida desde las orillas de todo cuerpo de agua.

- b. Se prohíbe la aplicación aérea de agroquímicos dentro de una franja de treinta (30) metros, medida desde las orillas de todo cuerpo de agua.
- c. La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente requerirá concepto previo del Ministerio de Salud o de su entidad delegada y de la autoridad ambiental.
- d. Además de las normas contenidas en el presente artículo sobre aplicación de agroquímicos, se deberán tener en cuenta las demás disposiciones legales y reglamentarias sobre la materia.

Cuando los usuarios, aún cumpliendo con las normas de vertimiento, produzcan concentraciones en el cuerpo receptor que excedan los criterios de calidad para el uso o usos asignados al recurso, la autoridad ambiental podrá exigirles valores más restrictivos en el vertimiento. (Artículo 74)

La carga de control de un vertimiento que contenga las sustancias de que trata el artículo anterior, se calculará mediante la aplicación de las siguientes ecuaciones:

$$A = (q) (cdc) (0.0864)$$

$$b = (q) (cv) (0.0864)$$

Para los efectos de las ecuaciones a que se refiere el presente artículo adoptanse las siguientes convenciones:

A: Carga de control, kg/día.

Q: Caudal promedio del vertimiento, l/seg.

B: Carga en el vertimiento, kg/día.

CDC: Concentración de control, mg/l.

CV: Concentración en el vertimiento, mg/l.

0.0864: Factor de conversión.

La carga máxima permisible (CMP) será el menor de los valores entre A y B. (Artículo 75)

Cuando la carga real en el vertimiento sea mayor que la carga máxima permisible (CMP), aquella se deberá reducir en condiciones que no sobrepase la carga máxima permisible. (Artículo 76)

Cuando el caudal promedio del vertimiento se reduzca y por consiguiente la concentración de cualesquiera de las sustancias previstas en el artículo 74 se aumente, la carga máxima permisible (CMP) continuará siendo la fijada según el párrafo 2 del artículo 75 del presente Decreto. (Artículo 77)

El control del pH, temperatura (T), material flotante, sólidos sedimentables, caudal y sustancias solubles en hexano, en el vertimiento, se hará con base en unidades y en concentración. El de los sólidos suspendidos y el de la demanda bioquímica de oxígeno con base en la carga máxima permisible (CMP), de acuerdo con las regulaciones que establezca la autoridad ambiental. (Artículo 78)

Las normas de vertimiento correspondiente a las ampliaciones que hagan los usuarios del recurso se calcularán de acuerdo con lo establecido en los artí-

culos 75, 76, 77 y 78 del presente Decreto. (Artículo 79)

El control de vertimientos para las ampliaciones deberá efectuarse simultáneamente con la iniciación de las operaciones de ampliación o modificación. (Artículo 80)

Las ampliaciones deberán disponer de sitios adecuados para la caracterización y aforo de sus efluentes. (Artículo 81)

De acuerdo con su caracterización, todo vertimiento puntual o no puntual, además de las disposiciones del presente Decreto deberá cumplir con las normas de vertimiento que establezca la autoridad ambiental. (Artículo 82)

Los usuarios que a la fecha de expedición del presente Decreto estén desarrollando obras conforme a las exigencias de la autoridad ambiental respectiva o del Ministerio de Salud, deberán cumplir con las normas de vertimiento establecidas en los plazos convenidos

Los usuarios a que hace referencia el presente artículo, una vez expirados los plazos de los permisos o autorizaciones correspondientes, deberán cumplir con las normas contenidas en el presente Decreto o cualesquiera otras que en desarrollo del mismo establezca la autoridad ambiental. (Artículo 83)

Los residuos líquidos provenientes de usuarios tales como hospitales, lavanderías, laboratorios, clínicas, mataderos, así como los provenientes de preparación y utilización de agroquímicos, garrapaticidas y similares, deberán ser sometidos a tratamiento especial, de acuerdo con las



disposiciones del presente Decreto y aquellas que en desarrollo del mismo o con fundamento en la ley establezcan el Ministerio de Salud y la autoridad ambiental. (Artículo 84)

El Ministerio de Salud y la autoridad ambiental establecerán las normas que deberán cumplir los vertimientos de residuos líquidos radiactivos. (Artículo 85)

Toda edificación, concentración de edificaciones o desarrollo urbanístico, turístico o industrial fuera del área de cobertura del sistema de alcantarillado público, deberá dotarse de sistemas de recolección y tratamiento de residuos líquidos conforme a las normas especiales que para cada caso señalen el Ministerio de Salud y la autoridad ambiental correspondiente. (Artículo 86)

Se prohíbe el vertimiento de residuos líquidos no tratados provenientes de embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre, en aguas superficiales dulces, marinas y estuarinas.

La autoridad ambiental fijará las normas de vertimiento para el caso contemplado en este artículo teniendo en cuenta lo establecido en el presente Decreto. (Artículo 87)

Los puertos deberán contar con un sistema de recolección y manejo para los residuos líquidos provenientes de embarcaciones, buques, naves y otros medios de transporte. Dichos sistemas deberán cumplir con las normas de vertimiento. (Artículo 88)

Las disposiciones del presente Decreto también se aplicarán a las explora-

ciones y explotaciones petroleras o de gas natural, el beneficio del café, los galpones, las porquerizas, los establos y similares. (Artículo 89)

En ningún caso se permitirán vertimientos de residuos líquidos que alteren las características existentes en un cuerpo de agua que lo hacen apto para todos los usos señalados en el presente Decreto. (Artículo 90)

No se admite ningún tipo de vertimiento:

- a. En las cabeceras de las fuentes de agua.
- b. En un sector aguas arriba de las bocatomas para agua potable, en extensión que determinará, en cada caso, la autoridad ambiental.
- c. En aquellos cuerpos de agua que la autoridad ambiental, total o parcialmente declaren especialmente protegidos. (Artículo 91).

La autoridad ambiental establecerán el sitio de toma de muestras para la evaluación de las concentraciones de sustancias de interés sanitario en un vertimiento. (Artículo 92)

Cuando en un cuerpo de aguas se presenten vertimientos accidentales o por fuerza mayor o caso fortuito, tales como de petróleo, hidrocarburos y otras sustancias, que originen situaciones de emergencia, la autoridad ambiental, determinará los procedimientos tendientes a controlar dicha situación. (Artículo 93)

Se prohíbe el lavado de vehículos de transporte aéreo y terrestre en las orillas y en los cuerpos de agua, así como el de aplicadores manuales y aéreos de

agroquímicos y otras sustancias tóxicas y sus envases, recipientes o empaque. (Artículo 94)

Se prohíbe el vertimiento de residuos líquidos sin tratar, provenientes del lavado de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

Los residuos líquidos provenientes de embarcaciones, buques, naves o medios de transporte similares, se dispondrán de conformidad con el artículo 88 de este Decreto. (Artículo 95)

Los usuarios que exploren, exploten, manufacturen, refinan, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias nocivas para la salud y para los recursos hidrobiológicos, deberán estar provistos de un plan de contingencia para la prevención y control de derrames, el cual deberán contar con la aprobación de la autoridad ambiental. (Artículo 96)

La autoridad ambiental podrá prohibir el vertimiento de residuos líquidos que ocasionen altos riesgos para la salud o para los recursos hidrobiológicos, o exigir la ejecución de un programa de control de emergencia. (Artículo 97)

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

La ejecución de obras para el vertimiento de aguas residuales al alcantarillado y a las plantas de tratamiento de aguas residuales, deben ejecutarse con sujeción al Plan de Ordenamiento

Territorial aprobado en cada municipio. (Ley 388 de 1997 Art. 16.)

TASAS RETRIBUTIVAS

La utilización directa o indirecta del agua o el suelo por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, para arrojar o introducir desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, que sean el resultado de actividades propiciadas por el hombre o actividades económicas de servicio, sean o no lucrativas, dará lugar al cobro de tasas retributivas fijadas por el gobierno nacional (Artículo 43 Ley 99 de 1993).

El Decreto 901 de 1997 reglamenta las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y establece las tarifas de éstas.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Artículo 38 del decreto 1753 de 1994 faculta a las autoridades ambientales para exigir Planes de Manejo, de recuperación o restauración ambiental, a los proyectos, obras o actividades que obtuvieron permisos, concesiones, licencias o autorizaciones de carácter ambiental, antes de la expedición del mismo Decreto, o proyectos, obras o actividades que iniciaron todos los trámites tendientes a obtener permisos, concesiones, licencias o autorizaciones de carácter ambiental, antes de la expedición del mismo Decreto, o a los proyectos, obras o actividades que iniciaron actividades con anterioridad a la expedición de la Ley 99 de 1993.



BIBLIOGRAFÍA

ACODAL. XI Congreso Nacional y VIII Bolivariano. Uso y Aprovechamiento del Agua en Procesos Industriales. 1998.

Alberta Environmental Protection, Water Quality Effluent limits Procedures Manual, Canada 1995

Banco Mundial. Planteamientos Alternos para el Control de la Contaminación y el Manejo de Desechos: Instrumentos Regulatorios y Económicos. Urban Management Program, Washington 1992.

Brugger Ernst A.; Romero Pinto Andrés, Barragán Carlos. Promoción de la Pequeña Empresa Ecoeficiente Latinoamericana. PROPEL. Ecoeficiencia en la Pequeña Empresa Motor del Desarrollo Sostenible Latinoamericano. Latinoamérica de Frente a su Sostenibilidad.

Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga E.S.P. Dirección de Planeación y Sistemas. Sección de Facturación. Uso Racional del Agua. 1998.

Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible. Ceroden. Cambiando el Rumbo. Colombia 1997.

DAMA-Cincet, Colección Cinset No 16. Valoración del Impacto Ambiental de la Pequeña y Mediana Industria en el Distrito Capital. 1996.

DAMA-CINSET, Valoración del Impacto Ambiental de la Pequeña y Mediana Industria ACODAL. 1996.

DAMA-Consorcio ILAM-Guillermo Sarmiento S. Contrato No 052-97. Tercer Programa de Seguimiento y Monitoreo de Efluentes del Sector Industrial de Santafé de Bogotá. Informe Final. Agosto 1998.

DAMA-Consorcio ILAM- Conoser. Contrato No 093-98. Tercer Programa de Seguimiento y Monitoreo de Efluentes del Sector Industrial de Santafé de Bogotá. Informe Final. Noviembre 1999.

DAMA-JICA, Minimización de la Contaminación Industrial por la Promoción de Tecnologías de Producción más Limpias, DAMA, Bogotá, 2000

DAMA- UEL, Inventario y Capacitación Ambiental, Alcaldía Local de Kennedy. G.Sarmiento, 1999.

EPA, Introduction to the National Pretreatment Program. EPA-833-B-98-002, Feb. 1999.

Guhl Nannetti et. Al. Guía para la Gestión Ambiental Regional y Local , Fonade 1998.

Horan N.J. Biological Wastewater Treatment Systems, John Wiley & Sons, UK, 1991.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1993). Memorias del Taller Regional para las Américas sobre Aspectos de Salud, Agricultura y Ambiente vinculados al Uso de Aguas Residuales, Jiutepec, Morelos, México, 8 al 12 de Noviembre de 1993.

Leitmann Josef. Rapid Urban Environmental Assessment. Urban Management Programme. Lessons from Cities in the Developing World. Volume. Tools and Outputs. Washington D.C. Mayo 1994.

Mariano Seoáñez Calvo, Irene Angulo Aguado. Aguas Residuales Urbanas, Tratamientos Naturales de Bajo Costo y Aprovechamiento. Colección Ingeniería Medio Ambiental. Análisis y Trabajos Prospectivos, S.L. Paseo de las Delicias, 51-28045 Madrid.

Metcalf & Eddy Ingeniería de Aguas Residuales, 3a Ed. MacGraw-Hill, Madrid 1995.

Ministerio de Desarrollo Económico. Dirección de Servicios Públicos Domiciliarios. Inventario Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Infraestructura Física de los Sistemas. Tomo 1, 1998.

Ministerio del Medio Ambiente, Guía para la Apreciación de la Contaminación Hídrica, J. M. Restrepo, 1997.

NITC, JICA, ICETT, A Summary of Waste Water Treatment Techniques, March 1999.

Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-001-ECOL/1993.

OMS. Directrices Sanitarias sobre el Uso de Aguas Residuales en Agricultura y Acuicultura. Ginebra, Serie de Informes Técnicos, 778. 1989.

Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Análisis del Sector Agua Potable y Saneamiento en Colombia. Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud. Serie Análisis Sectoriales No 11. Agosto 1997.

Roos, W.R. The Urban Pollution Problem in Latin América. Presentado en Nagoya Seminar for Environment, Nagoya Japan, 1992.



Serageldin Ismail and Ateer Andrew, Making Development Sustainable from Concepts to Action. Environmentally Sustainable Development Occasional Paper Series No 2. 1994.

Tsugita Ronald A., Ellis Robert H., Task Force on Pretreatment. Water Pollution Control Federation. Pretreatment of Industrial Wastes. Manual of Practice No FD 3. Washington D.C., 1981.

U.S. Environmental Protection Agency Office of Research Laboratory. Center for Environmental Research Information. Manual Pollution Prevention in the Paints and Coatings Industry. Cincinnati, Ohio. 1996.

U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development, Office of Technology Transfer and Regulatory Support, Center for Environmental Research Information. Cincinnati, Ohio. Office of Water, Office of Wastewater Enforcement and Compliance. Washington D.C., Guidelines for Water Reuse. 1992.

WPCF, Pretreatment of Industrial Wastes, Manual of Practice No FD-3, Facilities Development, Washington 1981.

World Health Organization, Geneva, 1982. Rapid Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution. Who Offset Publication No 62.

World Health Organization, Management and Control of the Environment. 1989.

Este libro se terminó de imprimir en julio de 2002,
en los talleres de Fitolito América Ltda.,
sobre papel propalmate de 90 gramos para el
Ministerio de Medio Ambiente.

Bogotá, D. C. - Colombia