

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales
para una empresa procesadora de camarón”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERA MECÁNICA

Presentado por:

Stephanie Madeline Carrión Villacís

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2010

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Francisco Andrade S.

DECANO DE LA FIMCP

PRESIDENTE

Ing. Ernesto Martínez L.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marcelo Espinosa L.

VOCAL

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por las infinitas bendiciones que ha derramado en mi vida, a Jesús por su protección y al Espíritu Santo por ser la llama de mi corazón. Agradezco a mis padres por todo el amor a lo largo de mi vida, a mi familia. Agradezco a Ernesto Martínez, por su paciencia y esfuerzo para que el día de hoy me gradúe. A Promarisco, por las facilidades que me dieron, gracias Oscar Calero.

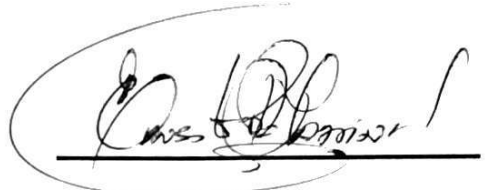
DEDICATORIA

Dedicado para Dios, mi fuente de paz y amor. A mis padres, Telmo y Marilyn, a mis hermanos, Ana, Cinthya y Carlos. A mis sobrinos, a mi querido director Ernesto Martínez: sin Ud., no lo habría logrado. A mis amigos: César, Ricardo, Carla, Perrito, Diana, Daniel. A la ESPOL, por todo lo que me permitió aprender.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Marcelo Espinosa L.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Stephanie Madeline Carrión Villacís

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales para una industria que procesa y exporta camarón congelado a diversos países del mundo.

Como parte de un desarrollo sustentable, las industrias de toda índole se ven en la necesidad de tomar medidas que eviten la contaminación ambiental.

Dentro de la legislación ambiental ecuatoriana se encuentran los límites de descarga máximos a cuerpos receptores o sistemas de alcantarillado, que todas las industrias y negocios, sin excepción alguna, deben cumplir.

Se llevaron a cabo las investigaciones, pruebas de laboratorio y análisis de resultados para desarrollar el proceso que mas se adapte al tipo de agua residual que se obtiene del proceso productivo.

Las conclusiones obtenidas de las pruebas de laboratorio, fueron que el parámetro Demanda Bioquímica de oxígeno se encontraba fuera de los límites máximos permisibles según la legislación ambiental ecuatoriana.

Se desarrolló una planta de tratamiento de aguas residuales tipo biológica, en la cual se introducen microorganismos que degradan la materia orgánica presente en las aguas residuales.

El tratamiento se dividió en varias etapas:

1. Tratamiento primario: Consiste en la remoción de materiales flotantes y pesados. Se diseñó una cámara de rejillas y la introducción de aire para facilitar la flotación de materia que se encuentra segregada en el agua y su limpieza inicial.
2. Tratamiento secundario: Consiste en biodegradar la materia orgánica existente, a través de un tratamiento de lodos activados en un reactor biológico.
3. Tratamiento terciario: Consiste en acondicionar el agua para que esta pueda ser descargada cumpliendo con lo que establece la ley.
4. Tratamiento de lodos: Consiste en darle un tratamiento a los lodos que se obtienen del proceso de depuración al agua residual.

En el caso que los lodos fueran devueltos al cuerpo receptor o sistema de alcantarillado, estos volverían a contaminar el efluente.

Los lodos serán prensados y descargados en forma de tortas para luego tener una disposición final como rellenos sanitarios, incinerados o para compostaje.

Luego de que se obtuvo el diseño de forma, se realizó el presupuesto del proyecto. Se calcula una inversión inicial de \$354.705,00 USD.

La planta de tratamiento de aguas residuales cumple con su objetivo, que es entregar un efluente que cumpla con las características que establece el Texto unificado de la legislación ambiental ecuatoriana.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ABREVIATURAS.....	III
SIMBOLOGÍA.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE PLANOS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	17
CAPÍTULO 1.....	19
1 GENERALIDADES.....	19
1.1 Descripción del proceso de producción.....	19
1.2 Definición del problema.....	28
1.2.1 Descripción del problema.....	28
1.2.2 Requerimientos del problema.....	30
1.2.3 Restricciones del problema.....	32
CAPÍTULO 2.....	33
2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	33
2.1 Normas nacionales que deben cumplir los efluentes.....	33
2.2 Tipos de plantas de tratamiento de aguas residuales	
industriales.....	45

2.3 Selección del tipo de planta de tratamiento de aguas residuales con ayuda de una matriz de decisión.....	47
CAPÍTULO 3	51
3 DISEÑO DE PROCESOS Y DISEÑO DE FORMA.....	51
3.1 Medición de efluentes.....	51
3.2 Medición de concentraciones de contaminantes presentes en los efluentes.....	56
3.3 Desarrollo de procesos y tratamientos a aplicar a los efluentes.....	62
3.4 Diseño conceptual de la planta de tratamientos de aguas residuales.....	71
CAPÍTULO 4	73
4 DISEÑO DE PLANTA.....	73
4.1 Cálculo de la capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	73
4.2 Selección de equipos.....	80
4.3 Presupuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales.....	83
CAPÍTULO 5	86
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
APÉNDICES.....	89
PLANOS.....	134
BIBLIOGRAFÍA.....	137

ABREVIATURAS

BAP	Best Aquaculture Practices
CIIU	Clasificación internacional industrial uniforme
CNRH	Consejo nacional de recursos hídricos
DAF	Flotación con aire disuelto
DBO5	Demanda Bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
L.M.P.	Límite máximo permisible
NTU	Unidad nefelométrica de turbidez
pH	Potencial de Hidrógeno
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
PVA	Productos de valor agregado
TULAS	Texto unificado de la legislación ambiental secundaria

SIMBOLOGÍA

m.	Metros
Pa.	Pascal
KPa.	Kilo Pascales
mm.	Milímetro
H	Altura de diseño de líquido (mm.)
L	Longitud
b	ancho
mg.	Miligramos
L	litros
M3	Metros cúbicos
Km.	Kilómetro
U	Unidad
T	Temperatura
°C	Grados centígrados
Kg.	Kilogramo
cm2	Centímetro cuadrado
Q	caudal
V	Volumen
A	Área
µm	Micrómetro
HP	Unidad de potencia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Diagrama de flujo del proceso del camarón entero.....	26
Figura 1.2	Diagrama de flujo del proceso del camarón cola.....	27
Figura 3.1	Flujograma simplificado del uso y destino del agua.....	55
Figura 3.2	Descarga 1.....	58
Figura 3.3	Descarga 2.....	59
Figura 3.4	Descarga 3.....	59
Figura 3.5	Esquema del tratamiento biológico.....	67
Figura 3.6	Diagrama de flujo del tratamiento de aguas residuales.	71
Figura 3.7	Esquema de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	72
Figura 4.1	Pozo de bombeo.....	74
Figura 4.2	Tanque de homogenización.....	77
Figura 4.3	Difusores propuestos para la oxigenación del agua en el tanque de aireación, a través del sistema inyector de aire proveniente de la turbina, la cual enviará un flujo de aire de 114.19 m ³ /h.....	78
Figura 4.4	Dosis típicas de cloro en desinfección.....	79
Figura 4.5	Cámara de rejillas.....	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Criterios de calidad de descarga de efluentes.....	44
Tabla 2.2	Selección del tipo de PTAR.....	50
Tabla 3.1	Consumo de agua potable en planta.....	52
Tabla 3.2	Consumo de agua potable en actividades domésticas...	54
Tabla 3.3	Caracterización del cuerpo receptor.....	57
Tabla 3.4	Datos de las muestras de efluentes.....	60
Tabla 3.5	Caracterización de las aguas residuales.....	61
Tabla 4.1	Clasificación de las rejillas.....	81

INDICE DE PLANOS

Plano A1	Distribución de tuberías recolectoras de efluentes	135
Plano D1	Ubicación de la PTAR dentro de las instalaciones de la empresa	136

INTRODUCCIÓN

El agua residual industrial es un contaminante importante de las fuentes de agua que tiene el planeta.

Existe la necesidad de darle un tratamiento adecuado a estas aguas que garantice que se cumple con los límites de descarga permitidos por la legislación ambiental ecuatoriana.

El presente trabajo trata del diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para una empresa que procesa camarón. El agua que se obtiene a la salida del proceso productivo es un agua contaminada, ya que tiene materia orgánica degradable (restos de camarón), por lo tanto debe pasar por un proceso que depure esta agua previo a ser descargada al río Guayas.

Dentro del proceso existen 3 etapas: tratamiento primario, que busca la remoción de sólidos gruesos; tratamiento secundario, que busca degradar la materia orgánica; tratamiento terciario, que acondiciona el agua para su futura descarga.

Al final del tratamiento se obtiene agua y fangos. El agua puede ser devuelta a un cuerpo receptor, o puede ser reutilizada. Los fangos pueden tener 3

destinos que son:

- Rellenos sanitarios,
- Incineración de fangos,
- Compostaje.

CAPÍTULO 1

1 GENERALIDADES

1.1 Descripción del proceso de producción

La actividad productiva de la empresa tema de este estudio de acuerdo a la Clasificación Internacional Industrial Uniforme –CIIU- adoptada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, corresponde al CIIU: 3114 “Elaboración de pescado, crustáceos y otros productos marinos”

En Ecuador las especies mas cultivadas de camarón blanco son *Litopenaeus vannamei* y *Litopenaeus stylirostris* que se cultiva en menor proporción.

El proceso productivo que se realiza en la empresa tema de estudio, para el procesamiento del camarón, se inicia a partir de la recepción de camarón blanco en las instalaciones.

Recepción.- El camarón se recibe en la empresa en el área destinada a la recepción de camarón. Este llega por vía terrestre en camiones térmicos y por vía fluvial en embarcaciones acondicionadas para realizar esta actividad. En ambos casos el camarón llega en gavetas plásticas con abundante hielo o en bins con hielo líquido. El camarón es pesado antes de ser descargado en la tolva de limpieza y desinfección.

Lavado y Desinfección.- Realizado el pesado, el camarón es descargado en una tolva preparada con agua, hielo, cloro y Metabisulfito de Sodio, con el propósito de desinfectarlo y limpiarlo.

El camarón es transportado desde la tolva de lavado y desinfección, por medio de bandas transportadoras hacia gavetas plásticas preparadas con hielo.

En las bandas transportadoras el camarón es limpiado de elementos extraños tales como peces, palos, plásticos, etc.

Los excedentes de camarón recibidos y que no son procesados en el momento, son almacenados temporalmente en la cámara de recepción de camarón.

Una vez que se ha lavado y desinfectado el camarón, se determina si el camarón es destinado para camarón entero o camarón cola. Si el

camarón es destinado para camarón cola, éste es transportado en gavetas plásticas hacia el área de Descabezado.

Si el camarón es destinado para camarón entero, entonces pasa directamente a las etapas de Clasificación, Envasado, Congelación, Embalaje, Almacenamiento y Despacho.

Descabezado.- En el área de descabezado se procede a separar de forma manual el cefalotórax (cabeza) del abdomen (cola), operación que es realizada manualmente por los operarios. El camarón descabezado es pesado y transportado a las máquinas clasificadoras. Las cabezas de camarón son enviadas a un silo de cabezas donde se almacenan temporalmente hasta ser vendidas para elaboración de alimento balanceado.

Clasificado.- El camarón entero o en cola es pesado y colocado en las tolvas de las maquinas clasificadoras, las que se encargan de realizar la clasificación de las colas en forma automática.

Los camarones (enteros o en colas) clasificados caen hasta las tolvas de descarga, y desde este lugar llegan a las bandas transportadoras. Los operarios revisan la clasificación durante el trayecto en las bandas y separan las colas que no corresponden a la clasificación previamente establecida.

Envasado.- El camarón en cola es pesado y colocado en cajas plastificadas y codificadas, a las cuales se les adiciona una pequeña cantidad de agua helada (glaseo), antes del congelamiento.

Congelado.- El camarón puede ser congelado de 3 formas distintas:

Congelación en congeladores de placas

Congelación por inmersión en salmuera

Congelación por baño en salmuera

Congelación por ventilación forzada con nitrógeno

Congelación en congeladores de placas.- las cajas son puestas en congelación en los congeladores de placas, donde reciben un congelamiento por contacto, para posteriormente ser embaladas en cajas master.

Este tipo de congelación consiste en hacer pasar nitrógeno por el interior de las placas, lo cual produce que por transferencia de calor el agua que está circulando por el lado exterior de las placas se congele en forma de escarcha y esta escarcha remueva el calor de las cajas, logrando así que la temperatura de las cajas disminuya.

Congelación por inmersión en salmuera.- Este sistema consiste en una congelación por inmersión en salmuera. La salmuera es agua

con sal en un porcentaje dado. Al mezclar la sal con el agua, se consigue bajar el punto de congelación del agua dependiendo de la cantidad de sal añadida. En el proceso utilizado en esta planta, se logra llevar el agua a una temperatura de -13°C sin que se congele. Con este sistema, logramos que el producto que es sumergido en salmuera, disminuya su temperatura a -7°C , lo cual ayuda a conservarlo hasta que sea llevado al siguiente proceso.

Congelación por baño en salmuera.- Este sistema consiste en una congelación por baño en salmuera.

El camarón entero o en cola, se coloca en gavetas y pasa por un túnel en el cual reciben un baño de salmuera a una velocidad dada. En este túnel se logra que el producto que entra a temperatura ambiente (22°C) alcance una temperatura de -6°C . Después de pasar por este sistema, el camarón pasa por un túnel de congelación, el cual baja la temperatura del camarón de -6°C a -22°C .

Congelación por ventilación forzada con nitrógeno.- El camarón entero o en cola, es trasladado hasta una banda transportadora donde pasa por un túnel de congelación, el cual baja la temperatura del camarón de 22°C a -20°C . Este sistema consiste en hacer circular

nitrógeno por el túnel y remover el calor específico del camarón llevándolo a una temperatura baja.

Productos de valor Agregado (P.V.A.).- El camarón que es congelado por inmersión en salmuera en cola es transportado en gavetas hacia la planta de Pelado, donde es colocado en tolvas preparadas con agua, hielo y cloro. Una vez desinfectado, el producto es repartido en las mesas de pelado, donde los operarios proceden a separar el exoesqueleto del músculo, para luego pesarlo y envasarlo, o, que pase a un nuevo proceso de producción.

El camarón “Pelado” es considerado como un producto de valor agregado. A este camarón se le puede continuar añadiendo valor si se lo desvena.

Asimismo, el camarón pelado y desvenado puede ser trasladado a la planta de Productos de Valor Agregado 2 (P.V.A. 2), donde se lo transforma en:

Camarones apanados

Camarones Coconut

Camarón Scampy

Brocheta de camarón

O cualquier producto en especial que el cliente requiera.

Embalado.- Cuando el producto ha finalizado su procesamiento y ha sido congelado, éste es colocado en cajas master, es decir, cajas de cartón corrugado, y se sellan las cajas, para luego ser enviadas a las cámaras de refrigeración donde son almacenadas.

Almacenado.- El camarón una vez embalado y sellado en las cajas “master”, es almacenado en las Cámaras de refrigeración como producto terminado, hasta su comercialización.

Despacho.- El camarón que ya ha sido almacenado es despachado en contenedores térmicos refrigerados para luego ser enviado a mercados internacionales.

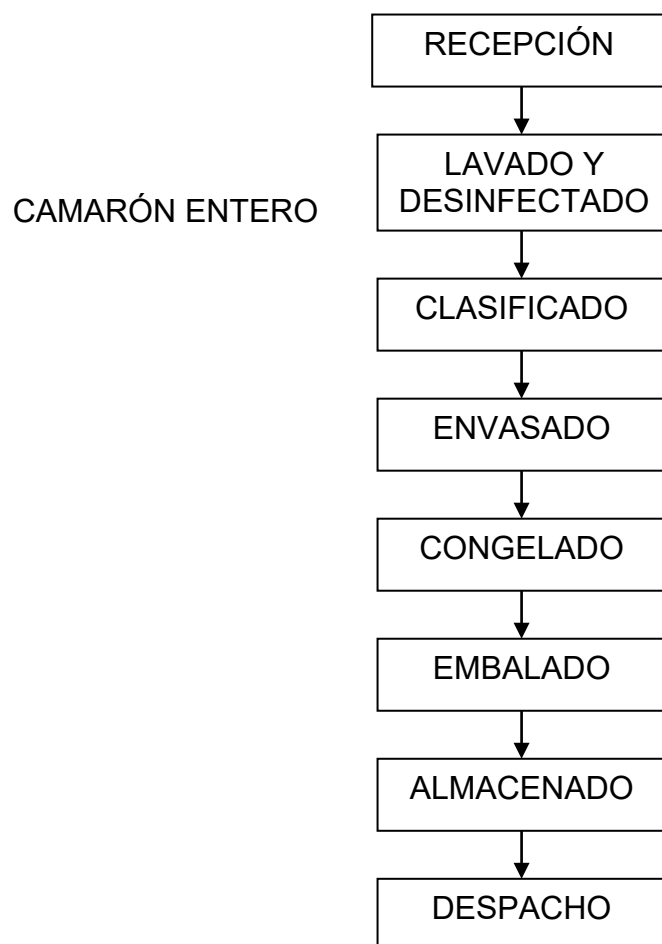


Figura # 1.1 Diagrama de flujo del proceso del camarón entero

ELABORACIÓN: STEPHANIE CARRIÓN

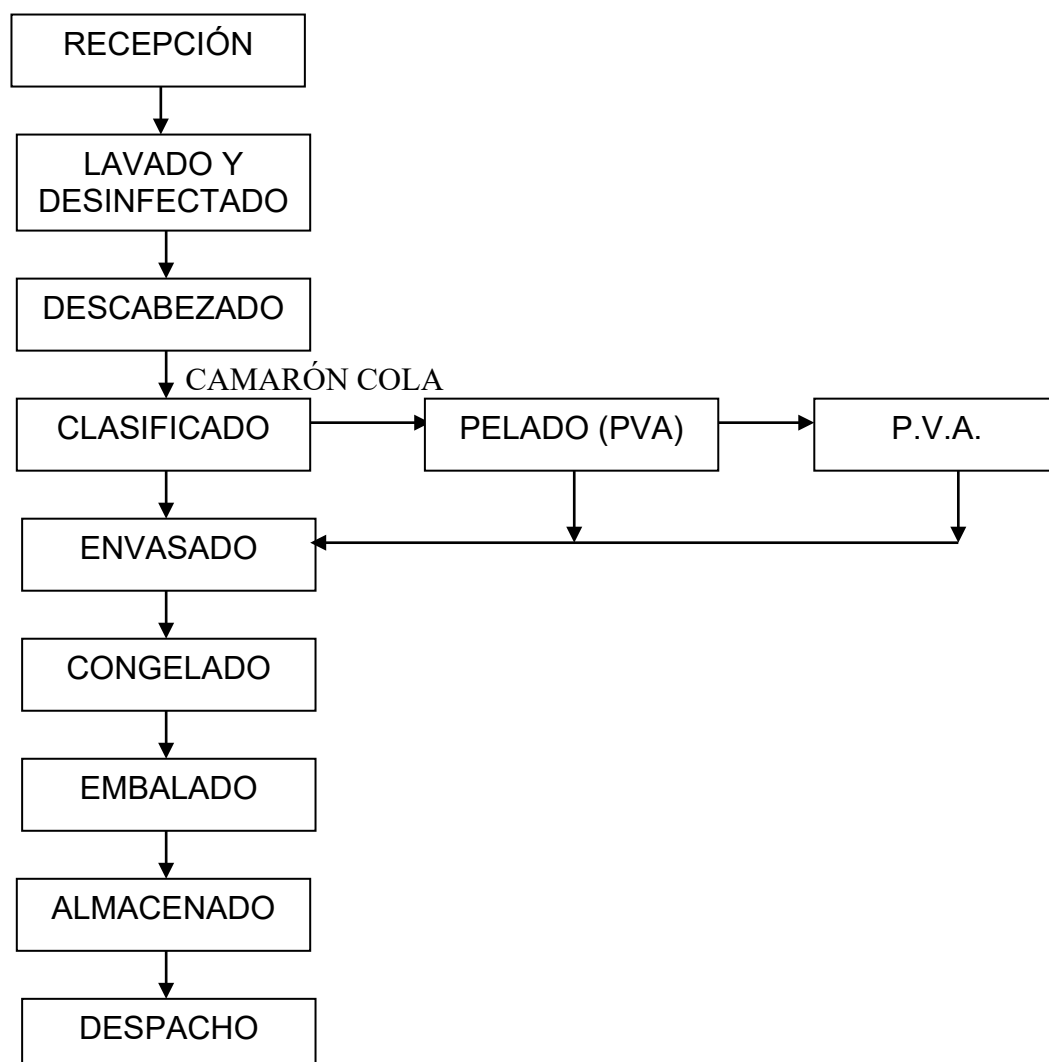


Figura # 1.2 Diagrama de flujo del proceso del camarón cola

ELABORACIÓN: STEPHANIE CARRIÓN

1.2 Definición del problema

Descripción del problema

En la empresa tema de estudio, se generan dos tipos de aguas residuales que son: aguas residuales industriales y aguas residuales domésticas.

Las aguas residuales conforman el conjunto de desechos líquidos a tratar para su vertido o su reutilización, que se originan bien sea por procesos industriales o por uso doméstico.

Los compuestos orgánicos e inorgánicos se encuentran en aguas residuales procedentes de instalaciones industriales diversas.

A diferencia de las aguas residuales domésticas, los efluentes industriales contienen con frecuencia sustancias que no se eliminan por un tratamiento convencional, bien por estar en concentraciones elevadas, o bien por su naturaleza química.

Muchos de los compuestos orgánicos e inorgánicos que se han identificado en aguas residuales industriales son objeto de regulación especial debido a su toxicidad o a sus efectos biológicos a largo plazo.

El control de la contaminación del agua producida por las actividades industriales comenzó con la aprobación por el

Congreso de los Estados Unidos de la enmienda de 1972 a la “Federal Water Pollution Control Act”, que estableció un sistema nacional de descarga y eliminación de contaminantes. Luego de esto, el resto de países imitaron la acción de preservar los recursos hídricos con los que se cuenta, y se decidió constituir organismos de control.

El objetivo de la ley ambiental ecuatoriana, establecida en la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, según el texto unificado de la legislación ambiental secundaria (TULAS), es reducir el vertido de algunos contaminantes específicos y emplear sistemas avanzados de tratamiento de aguas residuales “en el sitio”.

Los caudales de las aguas residuales de la planta Shell-on son colectados por medio de tuberías en el lindero oeste del predio, para luego descargar en el río Guayas. Los caudales de la planta de Pelado y de la planta I.Q.F. son colectados por medio de tuberías ubicadas en el lindero este del predio. Las aguas residuales domésticas que se generan provenientes de los comedores, baños y baterías sanitarias del personal administrativo y de planta de la empresa son recolectadas por medio de tuberías que están conectadas a un pozo ciego

ubicado en la parte sur del predio, cuyo efluente por reboce descarga en el río Guayas.

Las aguas residuales de los comedores pasan por un sistema separador trampa de grasas, antes de conectarse al sistema de tuberías que descargan en el pozo séptico.

En el plano A1, consta la distribución de las tuberías recolectoras de efluentes.

Por todo lo anteriormente descrito, se considera que las descargas de aguas residuales de la empresa, generan un impacto ambiental negativo, reversible, temporal, mitigable.

Requerimientos del problema

Por ser el agua un elemento indispensable para la vida e imprescindible como herramienta de trabajo, resulta de gran importancia el cuidado del abastecimiento de agua limpia y potable, y el reconocimiento de los métodos a emplear para el tratamiento de ésta a fin de que pueda ser devuelta a su cauce natural.

Se hace necesario un tratamiento previo de aguas residuales para que éstas puedan ser desechadas o introducidas nuevamente en la red de abastecimiento. Estos tratamientos contemplan una serie de procesos y equipos específicos.

La presente tesis tiene como objetivo realizar todos los estudios pertinentes para que la descarga de efluentes que realiza esta empresa, cumpla con los parámetros establecidos por la ley y sin realizar un perjuicio irreversible al medio ambiente.

Para llevar a cabo este objetivo, se requiere realizar lo descrito a continuación:

Se describirá que es una planta de tratamientos de aguas residuales.

Se describirán los contaminantes que podrían estar presentes en los efluentes de la empresa tema de estudio.

Se seleccionará el tipo de planta de tratamiento de aguas residuales.

Se presentará tablas que registren la cantidad de agua que se utilizan en los procesos de producción, y por ende, la cantidad de efluentes.

Se desarrollarán los procesos y tratamientos para mitigar los efectos de los efluentes en su descarga.

Se calculará la capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Se seleccionarán los equipos adecuados.

Se realizará el presupuesto de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Restricciones del problema

El tratamiento de aguas residuales constituye una medida de mitigación que ayuda a disminuir y controlar la contaminación de los cuerpos de agua, pero para que esta medida tenga éxito se debe contar con obras de infraestructura adecuada a la naturaleza de las aguas a tratar y con el personal capacitado para llevar a cabo las labores de operación y mantenimiento.

Asimismo, se deben seleccionar los procesos adecuados para que la descarga de efluentes cumpla con las normativas ambientales existentes. De no ser así, la selección de los equipos y cálculo de la capacidad de la planta será errónea.

Por tal motivo se debe registrar datos correctos sobre la utilización del recurso agua, y las conclusiones que se obtengan del análisis químico que se le realice al efluente, será la base para la selección de los procesos a aplicar a la planta.

CAPÍTULO 2

2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) es, como su propio nombre lo indica, una planta dedicada a la depuración de aguas residuales, cuya función básica es conseguir a partir de aguas que ya han tenido algún uso en particular, mediante diferentes tratamientos físicos, químicos y biológicos, un agua efluente de mejores características de calidad y cantidad, tomando como base ciertos parámetros normalizados. En resumen, el objetivo es reducir la contaminación de las aguas antes de ser vertidas, para que no causen impactos medio ambientales y alteren así el estado normal de la naturaleza.

2.1 Normas nacionales que deben cumplir los efluentes

La **Constitución Política de la Republica del Ecuador** reconoce a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano,

ecológicamente equilibrado y libre de contaminación y declara de interés público la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país. Dicha constitución establece un sistema nacional de áreas naturales protegidas y de esta manera garantiza un desarrollo sustentable.

La **Ley de Aguas** por su parte dispone que las aguas de ríos, lagos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes y las fuentes subterráneas son bienes nacionales de uso publico, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible.

En el capítulo I DE LA CONSERVACIÓN se define que el usuario de las mismas, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone.

En el TÍTULO II DE LA CONSERVACIÓN Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS en el capítulo II DE LA CONTAMINACIÓN se prohíbe toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

El consejo nacional de recursos hídricos (C.N.R.H.) en colaboración con el ministerio de salud pública y otras entidades, aplicara la política que permita el cumplimiento de esta disposición.

En el TÍTULO IV DE LOS USOS DE AGUAS Y PRELACIÓN se concede el derecho al aprovechamiento de agua según el siguiente orden de preferencia:

- a) para abastecimiento de poblaciones, para necesidades domesticas y abrevadero de animales;
- b) para agricultura y ganadería;
- c) para usos energéticos, industriales y mineros; y,
- d) para otros usos.

Basándose en la Constitución de la República se expidió la **Ley de gestión ambiental**.

El reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental establece las normas generales aplicables a la prevención y control de la contaminación ambiental y de los impactos ambientales negativos.

También determina las normas técnicas nacionales que fijan los límites permisibles de emisión, descargas y vertidos al ambiente y los criterios de calidad de los recursos agua, aire y suelo a nivel nacional.

El marco institucional en materia de prevención y control de la contaminación ambiental consta de los siguientes estamentos:

- a) Consejo nacional de desarrollo sustentable
- b) Ministerio del ambiente
- c) Sistema nacional descentralizado de gestión ambiental

Las normas técnicas de calidad ambiental de emisión y descargas, serán elaboradas mediante el sistema nacional descentralizado de gestión ambiental.

Los criterios para la elaboración de normas de calidad ambiental deberán considerarse los siguientes criterios:

- a) La gravedad y frecuencia del daño y de los efectos adversos observados;
- b) La cantidad de población y fragilidad del ambiente expuesto;
- c) La localización, abundancia, persistencia y origen del contaminante en el ambiente;
- d) La transformación ambiental o alteraciones metabólicas secundarias del contaminante.

Las normas de calidad ambiental señalarán los valores de las concentraciones / niveles permisibles y periodos máximos y mínimos de elementos, compuestos, sustancias, derivado químico, o biológico, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos.

La **Ley de gestión ambiental** en el TÍTULO I ÁMBITO Y PRINCIPIOS DE LA LEY establece los principios y directrices de política ambiental, se determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones.

EL TÍTULO II DEL RÉGIMEN INSTITUCIONAL DE LA GESTIÓN AMBIENTAL CAPÍTULO I DEL DESARROLLO SUSTENTABLE dice que la gestión ambiental se enmarca en las políticas generales de desarrollo sustentable para la conservación del patrimonio natural y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que establezca el presidente de la república.

En el TÍTULO V DE LA INFORMACIÓN Y VIGILANCIA AMBIENTAL se dice que toda persona natural o jurídica que, en el curso de sus actividades empresariales o industriales establecieren que las mismas pueden producir o están produciendo daños ambientales a los ecosistemas, está obligada a informar sobre ello al ministerio del ramo o a las instituciones del régimen seccional autónomo. La información se presentará a la brevedad posible y las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias para solucionar los problemas detectados.

Existe la **Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua** que se ampara bajo la Ley de gestión ambiental y el reglamento a la Ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental.

Esta norma técnica determina:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

La norma tiene como objetivo la prevención y control de la contaminación ambiental en lo relativo al recurso agua.

El objetivo principal de la norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

El capítulo 4 DESARROLLO en el inciso 4.2 CRITERIOS GENERALES PARA DESCARGA DE EFLUENTES y a su vez en el numeral 4.2.1 NORMAS GENERALES PARA DESCARGA DE EFLUENTES, TANTO AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO, COMO A LOS CUERPOS DE AGUA determina que se deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis

de laboratorio y la disposición de los mismo, identificando el cuerpo receptor.

Las tablas # 11, 12 y 13 de dicha norma establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua.

Se hace hincapié en que la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados esta prohibido.

Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.

Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios.

Los sistemas de drenaje para las aguas domesticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores.

En el numeral 4.2.3 NORMA DE DESCARGA DE EFLUENTES A UN CUERPO DE AGUA O RECEPTOR: AGUA DULCE Y AGUA MARINA se dictan todas las normativas, prohibiciones, límites de descarga a un cuerpo de agua.

Se prohíbe descargar en las cabeceras de las fuentes de agua, aguas arriba de la captación de agua potable de empresas o juntas administradoras, y en todos aquellos cuerpos de agua que el municipio local, ministerio del ambiente, CNRH o consejo provincial declaren total o parcialmente protegidos.

Se prohíbe la descarga de efluentes hacia cuerpos de agua severamente contaminados, es decir aquellos cuerpos de agua que presentan una capacidad de dilución o capacidad de carga nula o cercana a cero.

Toda descarga a un cuerpo de agua dulce deberá cumplir con los valores establecidos en la tabla 12.- Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce de la norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua libro V anexo I.

Las tabla 12 encuentran en el apéndice A de la presente tesis. Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en esta norma, se deberán aplicar los métodos establecidos en el manual "Standard methods for the examination of water and wastewater".

La “**Normativa de mejores prácticas de acuicultura**” con su nombre en ingles Best Aquaculture Practices Standard (BAP) tiene un alcance para todas las plantas procesadoras de mariscos.

Esta normativa recalca que las plantas procesadoras deben cumplir con las leyes y regulaciones ambientales locales y nacionales.

En el estándar 3 – Ambiente.- manejo de efluentes, expresa que las plantas procesadoras deben disponer procesadoras de agua y efluentes en una forma que no se cause contaminación, excesivos olores o enfermedades. Los efluentes de planta que entran en los cuerpos naturales del agua cumplirán con regulaciones de gobierno o los criterios BAP, cualquiera de los dos que sea más estricto. Las plantas seguirán el cumplimiento de estos criterios para mantener la certificación.

Las plantas procesadoras no solo descargan aguas residuales de baños de empleados, sino también aguas residuales de baños de hielo, limpieza y sanitización. Los efluentes de las empacadoras pueden incluir materia orgánica, vísceras de mariscos, elevados niveles de cloro residual, detergentes y otros nutrientes. Estas sustancias pueden contribuir a la eutrofización, sedimentación, elevada demanda de oxígeno y contaminación en el cuerpo receptor. También pueden transmitir enfermedades a animales marinos.

El tratamiento de subproductos y el desperdicio de otras plantas pueden crear olores significativos cuando no son eliminados correctamente.

Tales olores no deben ser una molestia para las comunidades y negocios aledaños.

Las plantas procesadoras deben determinar los niveles de Fósforo Soluble, Nitrógeno amoniacal, sólidos suspendidos, DBO, pH y salinidad del agua usada en el proceso. Cuando realicen muestreos, las plantas deben registrar el volumen de agua, el influente (el agua procesada sin tratar) y el efluente descargado después de ser tratado.

Las plantas procesadoras deben aplicar las mejores practicas de gestión para el tratamiento de residuos con el objetivo de alcanzar o superar los estándares del sector del país donde se encuentra.

Las plantas no deben exceder los niveles de carga permitidos cuando los efluentes son descargados en sistemas de tratamiento de aguas municipales o publicas. Para las plantas que tratan sus propios efluentes y aguas residuales en tanques de sedimentación o lagunas de oxidación, el agua descargada en sistemas de alcantarillado, canales u otros cursos de agua no debe implicar deterioro de las condiciones ambientales.

Para eliminar la posibilidad de transmisión de enfermedades de los efluentes vertidos a las aguas naturales, las plantas deben examinar a los sólidos y mantener los efluentes en lagunas o tanques de oxidación antes de la descarga. Asimismo es conveniente controlar los olores.

Las instalaciones deben verificar que la calidad de su agua de descarga cumple con todos los estándares permitidos. Las plantas que descargan agua directamente en arroyos, ríos o estuarios deberán tener permisos gubernamentales que autoricen la actividad y resultados de pruebas que demuestren que están cumpliendo con las normas. Las muestras deben tomarse durante periodos de procesamiento, en lugar de periodos de inactividad de la planta.

A continuación se muestran los límites permisibles de descarga de efluentes que nos da la norma para plantas procesadoras

CRITERIOS DE CALIDAD DE DESCARGA DE EFLUENTES

VARIABLE (unidad)	Valor inicial	Después de 5 años	Frecuencia
pH (unidades estándar)	6,0 - 9,5	6,0 -9,0	Mensual
Sólidos Suspendidos (mg/l)	100 o menos	50 o menos	Trimestral
Fósforo Soluble (mg/l)	5 o menos	3 o menos	Mensual
Nitrógeno Total Amoniacal (mg/l)	10 o menos	5 o menos	Mensual
Demanda bioquímica de oxígeno	50 o menos	30 o menos	Trimestral
Aceites y grasas	10 o menos	7 o menos	Trimestral
Salinidad	No hay descarga de agua por encima de 1,5 ppm en agua dulce	No hay descarga de agua por encima de 1,5 ppm en agua dulce	

Tabla #2.1.- Criterios de calidad de descarga de efluentes

NOTA: Tomado de la norma BAP

Tanto la normativa ambiental ecuatoriana como la normativa de mejores prácticas de acuicultura nos dicen que se debe tomar el criterio que sea más estricto. Al analizar ambas tablas, se escoge como límites máximos de descarga los de la tabla de la normativa de mejores prácticas de acuicultura, pues es la que nos exige más control sobre los efluentes.

Esta norma se encuentra en el apéndice B de la presente tesis.

2.2 Tipos de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

Dependiendo del tipo de tratamiento que usen, las PTAR pueden ser de dos tipos que se detallan a continuación:

Físico – químicas: La depuración se produce mediante un tratamiento en el que se le añaden al agua reactivos químicos para favorecer la decantación de sólidos en suspensión presentes en el agua.

En este tipo de PTAR el agua llega a la planta y es almacenada en un colector. Luego pasa por un pretratamiento donde se eliminan los sólidos grandes, arenas y grasas.

A continuación pasa a la siguiente etapa donde se le añaden productos químicos al agua para que la materia en suspensión más pequeña coagule y forme flóculos de mayor tamaño. A este proceso se le llama Coagulación-floculación.

El agua sale de la etapa coagulación-floculación y pasa a la siguiente etapa donde se produce la decantación de los flóculos de materia orgánica e inorgánica que se depositan en el fondo del decantador, vertiendo el agua depurada de nuevo al río.

Biológicas: La depuración tiene lugar mediante procesos biológicos. Estos procesos se realizan con la intervención de microorganismos que actúan sobre la materia orgánica e inorgánica, en suspensión presente en el agua, transformándola en sólidos sedimentables más fáciles de separar.

En este tipo de PTAR el agua llega a la planta y es almacenada en un colector. Luego pasa por un pretratamiento donde se eliminan los sólidos grandes, arenas y grasas.

El agua pasa a un recinto donde se decantan los materiales. Este proceso es opcional dependiendo del grado de contaminación que trae el agua a la PTAR biológica.

El agua llega del pretratamiento o de la decantación a un recinto donde la materia orgánica que contienen las aguas residuales es digerida por microorganismos contenidos en el agua de manera natural. Para que se eleve el número de microorganismos y puedan llevar a cabo su actividad metabólica, se incorpora aire u oxígeno puro.

Luego el agua pasa a una estación donde se produce la separación del agua depurada y de los fangos biológicos.

Las PTAR tienen dos líneas de funcionamiento: la línea de aguas y la línea de fangos.

- Línea de aguas: Corresponde a la parte del proceso de depuración que se centra únicamente en el tratamiento de las aguas residuales.
- Línea de fangos: En la línea de aguas se generan gran cantidad de desechos llamados fangos. La línea de fangos se encarga de tratar los fangos reduciéndolos lo máximo posibles y haciéndolos menos contaminantes.

Adicionalmente a estos dos tipos de PTAR existen otros tipos más, pero se basan en los dos principios anteriormente mencionados que son las físico-químicas y las biológicas.

En algunos casos se presenta una combinación de ambas, siendo estas PTAR muy costosas y difíciles de mantener.

2.3 Selección del tipo de planta de tratamiento de aguas residuales con ayuda de una matriz de decisión

Para seleccionar el tipo de planta de tratamiento de aguas residuales tomaremos en cuenta los parámetros que mas nos interesan que cumpla nuestra planta. Cada uno de estos parámetros tendrá una ponderación, y el total de la suma de las ponderaciones de cada parámetro deberá dar un resultado de 100 puntos.

El primer parámetro a analizar es el costo de instalación. Se le ha dado una ponderación de 15 puntos.

Una PTAR físico-química tiene un costo de instalación relativamente bajo debido a los pocos procesos físicos que involucra y a la simplicidad de la misma.

Una PTAR biológica cuenta con un número más detallado de procesos específicos que requieren mayor número de detalles en su instalación y por ende la vuelve más costosa.

El segundo parámetro a analizar es el costo operativo. Se le ha dado una ponderación de 20 puntos.

Las PTAR físico-químicas actualmente están siendo sustituidas debido a los grandes gastos que supone el adherir productos al agua y los mejores rendimientos de eliminación que se consigue con los tratamientos biológicos. Los tratamientos físico-químicos son menos naturales y pueden producir problemas de contaminación medioambiental y a la salud.

Las PTAR biológicas son sencillas de operar. Hace falta uno o dos operadores dependiendo del tamaño, lo cual representa un ahorro significativo en gastos de personal operativo.

El tercer parámetro a analizar es la facilidad de mantenimiento. Se le ha dado una ponderación de 15 puntos.

Una PTAR biológica en su mayoría cuenta con equipos de fácil mantenimiento como son bombas y tanques reservorios donde se darán lugar los procesos biológicos.

Una PTAR físico-química es un poco más compleja al momento de dar un mantenimiento, ya que cuenta con una serie de filtros y purgas que de no ser chequeados constantemente pueden colapsar y provocar problemas dentro de los procesos de la PTAR.

El cuarto parámetro a analizar es el tiempo de depuración. Se le ha dado una ponderación de 20 puntos.

Debido a que las PTAR físico-químicas cuentan con procesos químicos (como lo es la coagulación y floculación) y procesos físicos (decantación), necesitaran de tiempos variables de acuerdo a los picos de descarga de efluentes durante el día.

Las PTAR biológicas tendrán un tiempo de permanencia de efluentes constante y menor que el de la físico-química

El quinto parámetro a analizar es la cantidad de lodos desechados. Se le ha dado una ponderación de 30 puntos.

Las PTAR físico-químicas cuentan con un decantador en el cual se depositan todos los lodos al final del proceso, teniendo que darse un tratamiento posterior a los mismos antes de poder darles una disposición final.

Las PTAR biológicas utilizan parte de los lodos como medio de eliminación de los sólidos disueltos, lo cual es un ahorro importante de dinero ya que no se utiliza agentes floculantes. Se genera entre 30 a 40% menos cantidad de lodos que en una PTAR físico-química.

SELECCIÓN DEL TIPO DE PTAR		
	PTAR FÍSICO QUÍMICA	PTAR BIOLÓGICA
COSTO DE INSTALACIÓN 15 PTOS	15	10
COSTO OPERATIVO 20 PTOS	14	18
FACILIDAD DE MANTENIMIENTO 15 PTOS	15	15
TIEMPO DE DEPURACIÓN 20 PTOS	12	15
CANTIDAD DE LODOS DESECHADOS 30 PTOS	10	20
TOTAL	66	78

Tabla #2.2.- Selección del tipo de PTAR

Elaborado por: Stephanie Carrión

Según la matriz concluimos que la mejor opción es una planta de tratamientos de aguas residuales con proceso biológico.

CAPÍTULO 3

3 DISEÑO DE PROCESOS Y DISEÑO DE FORMA

3.1 Medición de efluentes

La planta empacadora se abastece de agua desde el río Daule por medio de cuatro tuberías de 3 pulgada de diámetro, hasta una planta potabilizadora de agua, donde, por medio de un sistema hidroneumático se distribuye a todas las áreas de la planta como producción, generación de vapor, torres de enfriamiento y consumo doméstico. El consumo promedio mensual estimado según datos medidos es de 1015 m³/día. En el cuadro siguiente se muestran los consumos de acuerdo a las actividades que se realizan y plantas de proceso que utilizan el recurso.

CONSUMO DE AGUA POTABLE EN PLANTA EMPACADORA		
ACTIVIDAD O USO	CONSUMO	
	DIARIO	FRECUENCIA
Equipos y producción	182 m3	Diaria
Limpieza de equipos y planta	780 m3	Diaria
Agua de uso doméstico	53 m3	Diaria
TOTAL	1015 m3	Diaria

Tabla #3.1.- Consumo de agua potable en planta

Elaborado por: Stephanie Carrión

NOTA: Esta tabla de consumo de agua corresponde a picos máximos de producción

CONSUMO DIARIO: 1015 m3

El agua potable es utilizada en varios procesos y operaciones unitarias de las actividades a desarrollarse en la planta, así tenemos:

AGUA PARA PRODUCCIÓN.- Las tolvas de recepción y clasificación de camarón necesitan agua para procesar el camarón,

al igual que las maquinas clasificadoras que utilizan el agua como medio de lubricación de bandas.

Este volumen se ha cuantificado en 182 m³/día

LIMPIEZA DE EQUIPOS Y PLANTAS.- El mayor consumo de agua potable dentro de las operaciones industriales es el que concierne a la limpieza de los equipos y de toda la planta en general. Esta actividad se la realiza durante toda la jornada de producción ya que este tipo de planta alimenticia se requiere una limpieza minuciosa en forma constante. Este volumen se ha cuantificado en 780 m³/día

DOMÉSTICO

Desde los sistemas hidroneumáticos, el agua será distribuida a presión por toda la planta, oficina, laboratorio, comedor, vestuarios, baños y todos los aparatos sanitarios (lavabos, urinarios y duchas).

El agua consumida por las actividades domésticas del personal de la empresa, se la ha cuantificado en:

CONSUMO DE AGUA EN ACTIVIDADES DOMÉSTICAS			
N° PERSONAS		DOTACION	CONSUMO
93	Administrativos	40 l/día-persona	3720 l/día
1087	Obreros	45 l/día-persona	48915 l/día
TOTAL			52635 l/día
			52.63 m3/día

Tabla #3.2.- Consumo de agua potable en actividades domésticas

Elaborado por: Stephanie Carrión

FLUJOGRAMA SIMPLIFICADO DE USO Y DESTINO DEL AGUA

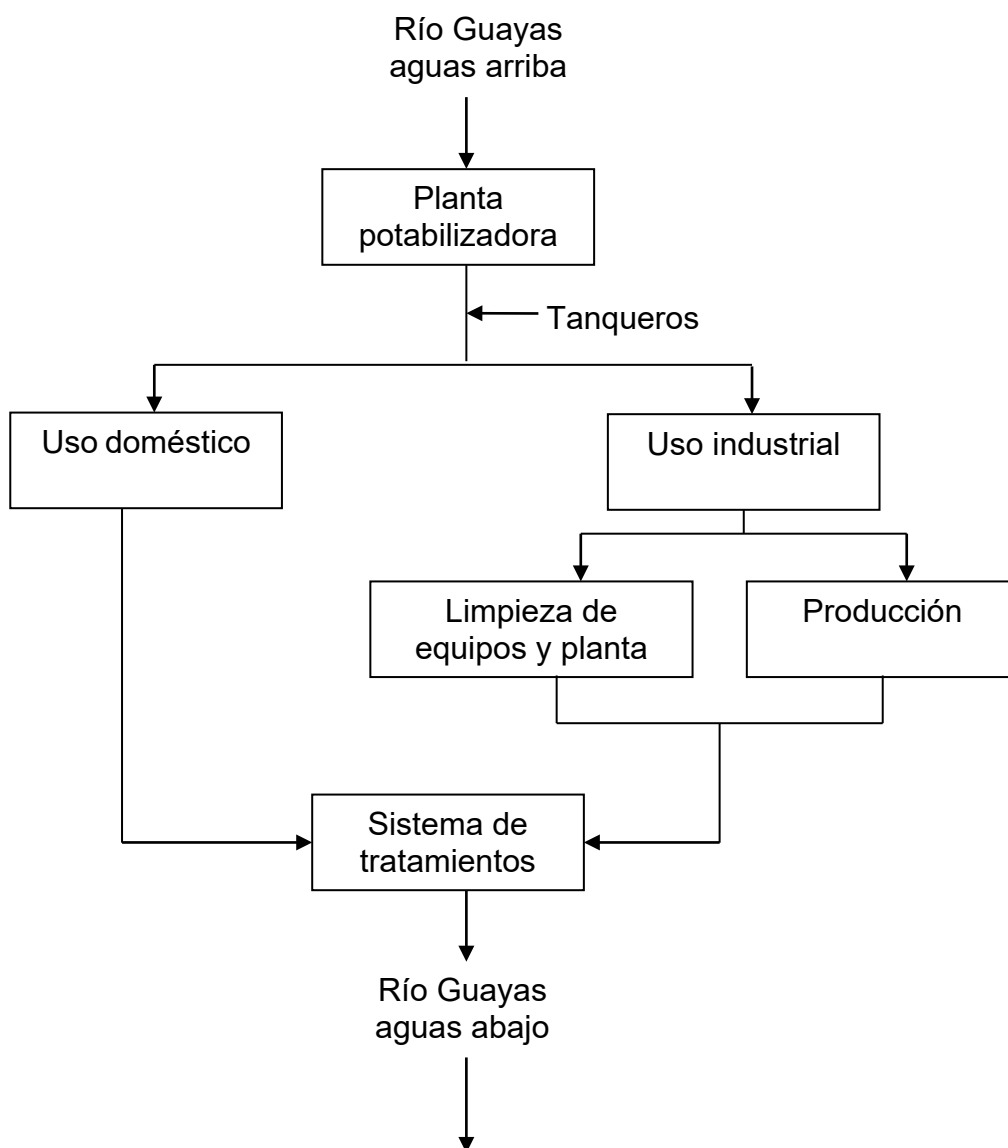


Figura # 3.1.- Flujograma simplificado de uso y destino del agua

Elaborado por: Stephanie Carrión

Las aguas residuales generadas por las actividades industriales de la planta, tienen un régimen de descarga continuo de flujo variable

El sistema descargará durante 24 horas al día, durante 7 días a la semana en época de mayor producción.

Previamente se determinó que las fuentes de generación de aguas residuales son las operaciones de limpieza de equipos, de planta y las actividades domésticas. De acuerdo a las determinaciones realizadas en la planta, se tiene un caudal máximo total, considerando todos los efluentes, de 1015 mts³ por día.

En el diseño de la planta se observará que todos los efluentes confluyen en un punto común final de descarga, donde serán bombeados al sistema de tratamiento a construirse.

3.2 Medición de concentraciones contaminantes presentes en los efluentes

El efluente tratado será descargado al río Guayas a la altura del Km. 6.5 de la vía Durán Tambo donde también recibe el flujo y reflujo de las mareas. La zona no está sujeta a inundaciones. En el sector están ubicadas varias industrias empacadoras alimentos y procesadoras de balanceados.

Las características fisicoquímicas de este cuerpo receptor fueron determinadas mediante análisis de muestras instantáneas del río Guayas, a la altura del predio de la empresa. A continuación se

encuentra la tabla de caracterización de las aguas del cuerpo receptor

REPORTE DE LABORATORIO

Identificación de reporte:

Caracterización del cuerpo receptor

Sitio de muestreo:

Empacadora de camarón

Punto de muestreo:

1.- Marea alta río Guayas

2.- Marea baja río Guayas

Tipo de muestra:

Instantánea

PARÁMETROS	UNIDAD	CONCENTRACIÓN	
		1	2
Potencial de hidrógeno	U de pH	7,51	7,5
Turbiedad	NTU	20	345
Color verdadero	Pt - Co	53	37
Sólidos Totales	mg/l	160	136
Sólidos Disueltos	mg/l	154	100
Sólidos suspendidos	mg/l	4	36
Dureza total	mg/l	60	56
Amonio	mg/l	0,18	0,025
Nitritos	mg/l	0,016	0,012
Nitratos	mg/l	0,105	0,1
Zinc	mg/l	0,2	0,095
Demanda química de oxígeno	mg/l	4,2	4,1
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	5	12
Fósforo soluble	mg/l	0,4	<0,5
Nitrógeno total amoniacal	mg/l	0,028	0,23
Oxígeno Disuelto	mg/l	5,72	5,93

Tabla # 3.3.- Caracterización del cuerpo receptor

Elaborado por: Stephanie Carrión

Una vez que se cuenta con la caracterización del cuerpo receptor se puede empezar con el análisis de los efluentes.

Según lo anteriormente descrito, esta planta generará agua residual industrial debido a limpieza de equipos, agua para tolvas, agua como medio de lubricación, condensado de vapor, agua de enfriamiento de equipos y pequeños derrames accidentales y esporádicos de productos.

Se tomaron muestras de las 3 salidas de efluentes y se llevaron dichas muestras a laboratorio para ser analizadas.



Figura # 3.2.- Descarga 1



Figura # 3.3.- Descarga 2



Figura # 3.4.- Descarga 3

A continuación se presentan las tablas de datos de las muestras y de resultados analíticos de las mismas.

REPORTE DE LABORATORIO

Identificación de reporte: Datos de las muestras de efluente
Sitio de muestreo: Empacadora de camarón
Punto de muestreo: 1.- Descarga 1
 2.- Descarga 2
 3.- Agua residual doméstica
Tipo de muestra: Instantánea

DATOS DE LAS MUESTRAS				
MUESTRA	FECHA DE MUESTREO		pH	T °C
	INICIO	TÉRMINO		
M # 1	11:00	14:21	6.06	19.4
M # 2	11:10	14:21	6,80	24.1
M # 3	11:20	14:21	6.92	25.6

Tabla # 3.4.- Datos de las muestras de efluente

Elaborado por: Stephanie Carrión

REPORTE DE LABORATORIO

Identificación de reporte: Caracterización de las aguas residuales
Sitio de muestreo: Empacadora de camarón
Punto de muestreo: 1.- Descarga 1
 2.- Descarga 2
 3.- Agua residual doméstica
Tipo de muestra: Instantánea

RESULTADOS ANALÍTICOS					
PARÁMETROS	M # 1	M # 2	M # 3	UNIDADES	L.M.P.
pH	6,06	6,9	6,92	-	5 a 9
ACEITES Y GRASAS	0,23	0,05	0,15	mg/l	0,3
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	645	208	164	mg/l	50
OXÍGENO DISUELTO	3,13	3,96	2,13	mg/l	4
AMONÍACO	0,38	0,83	2,5	mg/l	
FÓSFORO SOLUBLE	4,57	1,91	1,5	mg/l	5
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	66	43	60	mg/l	100

Tabla # 3.5.- Caracterización de aguas residuales

Elaborado por: Stephanie Carrión

Nota: Los límites máximos permisibles (L.M.P.) corresponden al texto unificado de la legislación ambiental Libro VI – Tabla 12: “Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Según el análisis de la muestra de agua residual, proveniente del caudal de SALIDA AGUA PRODUCCIÓN (Descarga 1), se determinó que el valor del D.Q.O. de 645 mg/l se encuentra por encima del límite máximo permisible del TULAS, libro VI Tabla 12 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Según el análisis de la muestra de agua residual, proveniente del caudal de SALIDA AGUA SHELL ON (Descarga 2), se determinó que el valor del D.B.O. 5 de 208 mg/l se encuentra por encima del límite máximo permisible del TULAS, libro VI Tabla 12 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Según el análisis de la muestra de agua residual, proveniente del caudal de SALIDA AGUA DOMÉSTICA, se determinó que el valor del D.B.O. 5 de 164 mg/l se encuentra por encima del límite máximo permisible del TULAS, libro VI Tabla 12 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

3.3 Desarrollo de procesos y tratamientos a aplicar a los efluentes

Tratamientos previos

En las áreas de producción se ha considerado construir canales de recolección de agua residual industrial con tapas de acero inoxidable

perforado para impedir que sólidos gruesos ingresen y obstruyan el sistema de drenaje e interfieran al sistema de tratamiento.

Para elevar las aguas residuales hacia el sistema de tratamiento se ha considerado una estación de bombeo que se describirá en detalle en el siguiente capítulo

Descripción del sistema de tratamientos

De acuerdo a las características fisicoquímicas de los efluentes industriales y que fueron descritas en el numeral 3.2 del presente capítulo, las aguas residuales deberán ser tratadas hasta niveles permisibles por las normas de descargas. De acuerdo a lo mencionado se deberá realizar un sistema de tratamiento que consistirá fundamentalmente en: Tanque de homogenización, flotación con aire disuelto (DAF), reactor biológico (lodos activados), clarificación y desinfección. Básicamente los pretratamientos serán la filtración con la cámara de rejillas y la homogenización, a más de las rejillas desmontables sobre los canales sobre las áreas de proceso. A continuación se detalla cada una de las estaciones.

Cámara de rejillas para aguas residuales

Esta etapa del proceso consiste en una cámara en cuyo interior se produce el rebalse de los efluentes generados en los procesos

productivos de la planta. Su función consiste en retener todos aquellos sólidos superiores a la malla de la reja. La principal ventaja que se obtiene en esta etapa es retener todos aquellos sólidos tales como guantes, bolsas plásticas, restos de envases u otros elementos que no podrán ser degradados por el tratamiento biológico.

Sumidero de bombeo

Los líquidos de las cámaras de rejillas para aguas domiciliarias e industriales son vertidos en este sumidero donde posteriormente serán bombeados al tanque de homogenización.

Tanque de homogenización

La homogenización consiste en amortiguar por laminación las variaciones de caudal con el objeto de conseguir un caudal constante o casi constante. Las principales ventajas que produce la homogenización de los caudales son las siguientes:

- Mejora el tratamiento biológico, ya que eliminan o reducen las cargas de choque, se diluyen las sustancias inhibidoras y se consigue estabilizar el pH.
- Disminuyen las variaciones bruscas de temperatura, estabilizándolas a la temperatura ambiente.

- Estabiliza las variaciones en las concentraciones de DBO y sólidos suspendidos, con lo que consigue disminuir la formación de lodos en exceso.
- Mejora de la calidad del efluente y del rendimiento de los tanques de sedimentación

Sistema de flotación con aire disuelto (DAF)

La flotación es una operación unitaria de separación líquidos-sólidos utilizada para la remoción de partículas o sólidos suspendidos en las aguas residuales, se usa principalmente para la separación de grasas y aceites y otros sólidos de inferior, igual o superior densidad del agua. La separación se consigue introduciendo burbujas finas de aire en la fase líquida, y esta se adhiere a las partículas y la fuerza ascendente del conjunto partícula y burbuja de aire, es tal, que las hace ascender a la superficie.

La flotación en el tratamiento de aguas residuales se la utiliza para eliminar materia suspendida, la principal ventaja de la flotación sobre la sedimentación, es que las partículas muy pequeñas y ligeras que se depositan lentamente, pueden eliminarse mejor y en menos tiempo.

Una vez que las partículas estén flotando en la superficie, pueden recogerse mediante un desnatador superficial.

A este proceso se le domina la sedimentación primaria.

Tratamiento biológico

El tratamiento secundario propuesto se basa en la utilización de un sistema de lodos activados. Este es un proceso en el que los microorganismos y sólidos orgánicos e inorgánicos suspendidos y disueltos en el agua residual se ponen en contacto durante cierto período de tiempo con un medio aerobio (presencia de oxígeno en las aguas), generándose de esta manera, ciertas reacciones metabólicas que remueven las sustancias que ejercen una demanda de oxígeno.

Los sólidos suspendidos coloidales que contienen las aguas residuales, al entrar en un reactor en presencia de aire, forman un núcleo sobre los cuales se desarrolla la vida biológica, pasando gradualmente a formar partículas mas grandes de sólidos que se conocen como lodos activados; estos se encuentran constituidos por miríadas de bacterias, hongos, algas, protozoos y rotíferos.

Estos lodos activados con sus organismos vivos tienen la propiedad de adsorber y/o absorber la materia orgánica coloidal y disuelta, incluyendo el amoníaco de las aguas residuales, con lo que disminuye la cantidad de sólidos suspendidos.

Los microorganismos generalmente están compuestos de 70 a 90 % de materia orgánica y 10 a 30 % de materia inorgánica. La estructura de las células varía dependiendo de la composición química de las aguas residuales, tanto como las características específicas de los organismos en la masa biológica y condiciones ambientales.

El proceso de lodos activados básicamente comprende la mezcla de aguas residuales (substrato, alimento) con una masa heterogénea de microorganismos (lodos activados) en condiciones aeróbicas.

El proceso esta compuesto de 5 etapas esenciales que podemos apreciar en el siguiente esquema que se detalla a continuación:

ESQUEMA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO

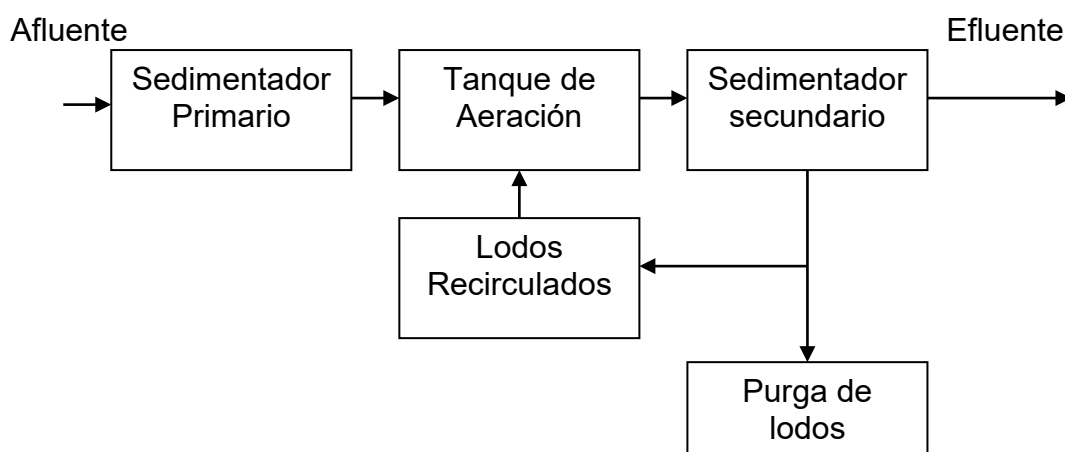


Figura # 3.5.- Esquema del tratamiento biológico

Elaborado por: Stephanie Carrión

La primera etapa de contacto ocurre cuando el afluente del proceso es mezclado con el lodo recirculado del sedimentador secundario.

La segunda etapa ocurre dentro del reactor en donde se mantienen la mezcla de agua residual y lodos que se llaman licor mezclado, aeróbico y en agitación por medio de la introducción de oxígeno ya sea por difusión de aire comprimido o por aireación mecánica.

Durante estas dos primeras etapas, los microorganismos de lodos sintetizan en nuevas células la materia orgánica que lleva el agua residual, produciéndose así la biodegradación de los compuestos solubles y coloidales.

La tercera etapa llamada también de clarificación, consiste en separar el lodo del licor tratado para descargar el líquido clarificado como efluente del proceso.

Los lodos obtenidos son recirculados en parte al proceso realizándose la cuarta etapa; y el exceso de sólidos producidos es retirado del sistema como quinta y última etapa de disposición.

Desinfección

El líquido clarificado en el sedimentador es enviado a este tanque donde se produce una clorinación del mismo. El tiempo de retención del líquido es de aproximadamente 30 minutos, suficientes para garantizar el contacto del cloro con el efluente.

Recirculación de lodos.

Los lodos obtenidos del clarificador deben ser bombeados hacia el tanque de aireación o bien descargados. El control de la biomasa se realiza en función de la recirculación de lodos del sistema, por lo tanto en esta cámara se realiza el control de todo el sistema biológico. El exceso de lodos es retirado del sistema para su posterior deposición.

En este tanque se logra el espesamiento de los lodos descargados del sistema mediante la incorporación de oxígeno por difusión de aire mediante sopladores. Una vez lograda la reducción se produce una separación de líquidos y sólidos. El líquido es enviado al tanque de aireación y los sólidos son almacenados para su envío al área de prensado.

Filtración a presión.

Este sistema es alimentado con lodo, primeramente en una cinta transportadora con drenaje por gravedad (percolación).

El lodo es distribuido sobre la cinta de un tejido relativamente abierto, a través del cual, la mitad del agua es eliminada por percolación.

Después de esta etapa de drenaje por gravedad, el lodo ya relativamente concentrado en sólidos, es transferido a un sistema de

cintas de presión. Estas cintas son más pesadas que aquella de la etapa de drenaje por gravedad, y son de un tejido más tupido. La torta es exprimida entre las dos cintas, empezando en la zona de compresión. La presión es aplicada a la torta por dos métodos:

1) Por tensión del tejido de la cinta, que es controlada mediante poleas de presión ajustable.

2) Por enrollamiento alrededor de los cilindros de secado, que son los círculos mayores del equipo.

La presión sobre la torta es progresivamente aumentada por la disminución del diámetro de estos cilindros y el aumento de tensión de la cinta, que se obtiene mediante el ajuste de rodillos de presión.

La presión puede aumentar hasta cerca de 7kg/cm^2 , con tiempos de residencia en el sistema de hasta 20 minutos.

La torta es descargada al final, y puede obtenerse hasta un 95% de sólidos.

3.4 Diseño conceptual de la planta de tratamientos de aguas residuales

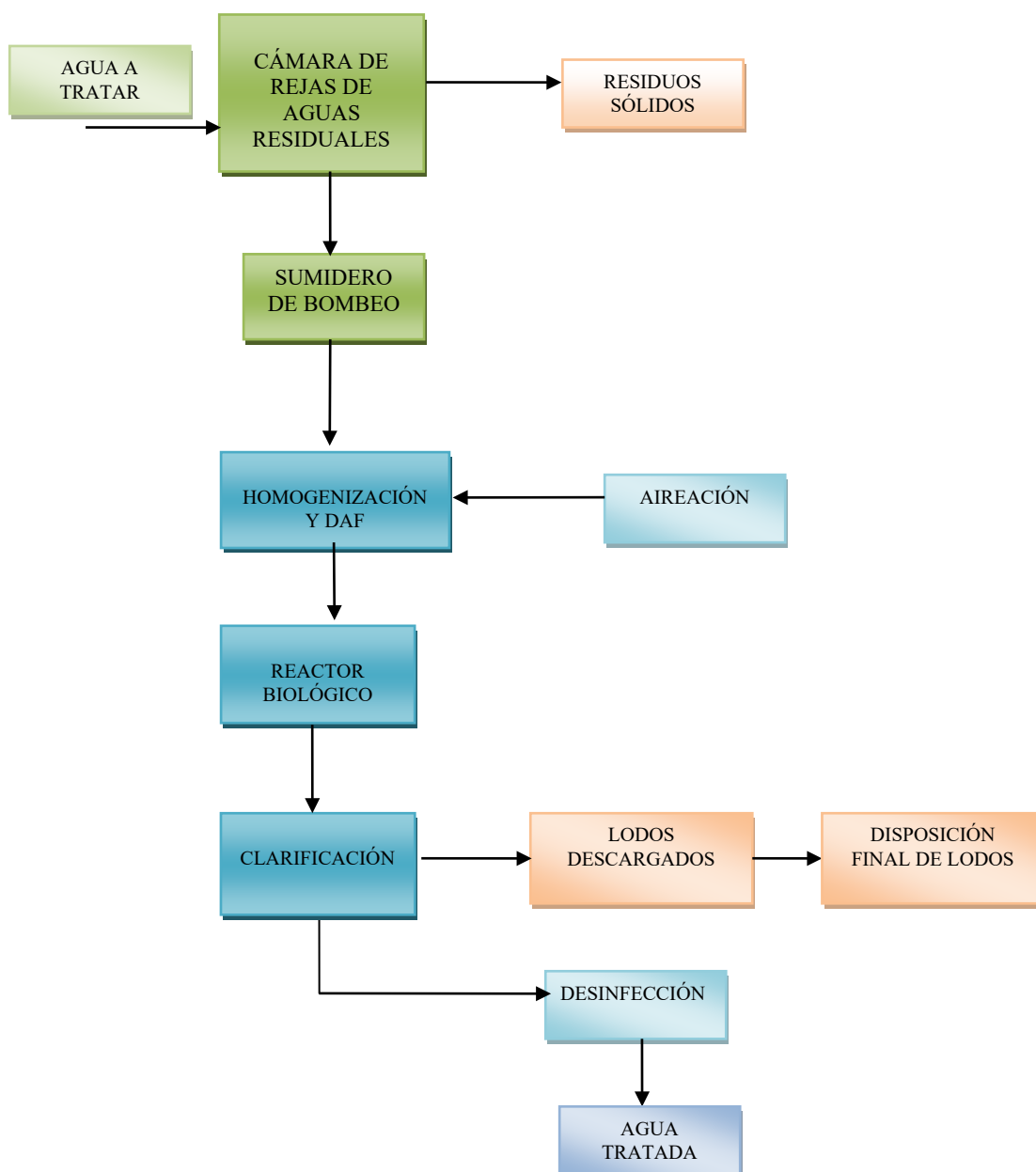


Figura # 3.6.- Diagrama de flujo del tratamiento de aguas residuales

Elaborado por: Stephanie Carrión

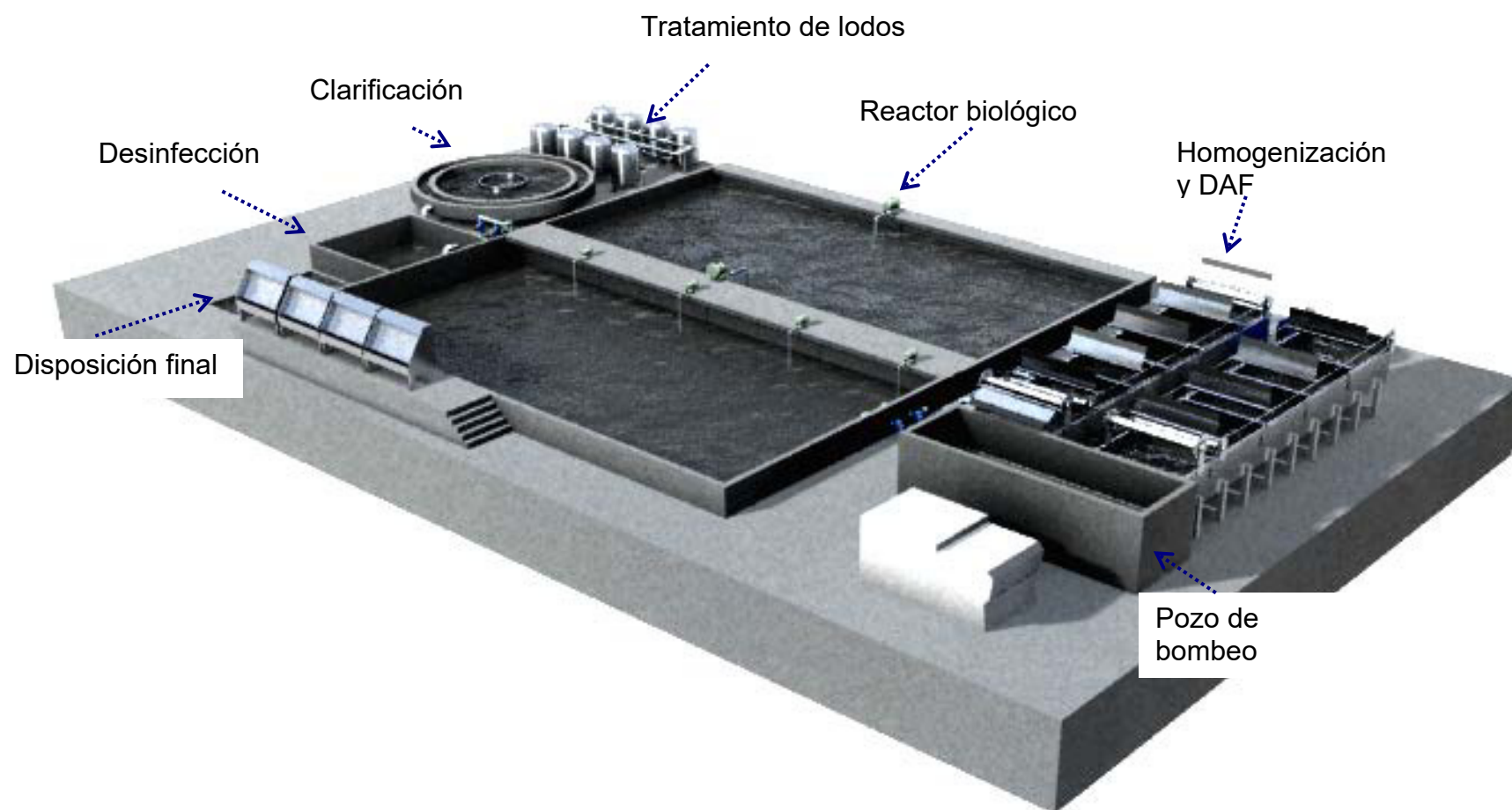


Figura # 3.7.- Esquema de la planta de tratamiento de aguas residuales

Elaborado por: Stephanie Carrión

CAPÍTULO 4

4 DISEÑO DE PLANTA

4.1 Cálculo de la capacidad de la planta de tratamiento de aguas

residuales

La capacidad de cada una de las estaciones de la PTAR dependerá principalmente del tiempo de retención del efluente en dicha estación.

Existen estaciones donde la permanencia del efluente es puntual, por lo tanto estas estaciones no deberán ser muy grandes.

A continuación se calculará la capacidad de cada una de las estaciones.

Pozo de bombeo

El pozo de bombeo es el lugar donde se depositarán las aguas residuales provenientes de todas las etapas. Tendrá una capacidad de 20 m³, ya que el paso a través de este pozo es puntual.

Uno de los objetivos del pozo es elevar las aguas de forma que el resto del proceso se pueda llevar a cabo por acción de la gravedad sobre las aguas.

En el interior del pozo se encuentran 2 bombas sumergibles para la elevación de las aguas residuales hacia la estación de homogenización.



Figura # 4.1.- Pozo de bombeo

Tanque de homogenización

Se diseña un estanque para compensar todos los efluentes industriales y enviar un caudal de agua constante a las unidades

siguientes. En este estanque de compensación se aplica aire mediante difusores conectados a sopladores de aire, a fin de mantener la mezcla y el oxígeno requerido para que se establezcan condiciones aerobias en el sistema. El volumen que se introducirá al tratamiento biológico se determina fijando como condición lo que se va a enviar del agua residual al tratamiento biológico en un día, ello conlleva a un caudal promedio.

A partir de la estimación de volumen máximo acumulado se debe considerar un porcentaje de amortiguación para cualquier carga pico.

$$V_{\text{Tanque}} = \% \text{amortiguación} * V_{\text{max}}$$

El porcentaje de amortiguación mas utilizado es el de 20%.

Volumen del Tanque de homogenización

$$Q = 1015 \frac{m^3}{\text{día}}$$

$$\bar{Q}_{24\text{horas}} = \frac{1015 \frac{m^3}{\text{día}}}{24\text{horas}}$$

$$\bar{Q}_{24\text{horas}} = 42,29 \frac{m^3}{\text{hora}}$$

$$\bar{Q}_{16\text{horas}} = \frac{1015 \frac{m^3}{\text{día}}}{16\text{horas}}$$

$$\bar{Q}_{16\text{horas}} = 63,44 \frac{m^3}{\text{hora}}$$

$$V_{\max} = Q * t$$

$$V_{\max} = 63,44 \frac{m^3}{hora} * 1 hora$$

$$V_{\max} = 63,44 m^3$$

$$V_{Tanque} = \%amortiguación * V_{\max}$$

$$\%amortiguación = 20\%$$

$$V_{Tanque} = 1,20 * 63,44 m^3$$

$$V_{Tanque} = 76.13 m^3$$

El tanque que se necesita es de 76,13 m3, pero por facilidades de operación se construirá de 80 m3.

$$V_{tan\ que} = 80 m^3$$

Se _ asume :

$$H = 4m$$

Lo cual deja un área de $20 m^2$

$$A = 20 m^2$$

$$A = L * b$$

$$L = 4mts$$

$$b = 5mts$$

Las dimensiones del tanque serán:

$$H = 4mts$$

$$L = 4mts$$

$$b = 5mts$$



Figura # 4.2.- Tanque de homogenización

Una vez que se ha calculado el volumen del tanque, se procederá a calcular el caudal de aire para mantener la mezcla.

$$Q_{aire} = Volumen_agua(m^3) * factor(min^{-1})$$

Donde $f=0.025\ min^{-1}$

$$Q_{aire} = Volumen_agua * factor$$

$$Q_{aire} = 76.13m^3 * 0.025\ min^{-1}$$

$$Q_{aire} = 1,90m^3 / min$$

$$Q_{aire} = 475,8\ gpm$$

$$Q_{aire} = 114,19m^3 / hora$$

Por efectos de simplificar la selección de equipos, se diseñará para un caudal de aire de 150 m3/hora



Figura # 4.3.- Difusores propuestos para la oxigenación del agua en el tanque de aireación, a través del sistema inyector de aire proveniente de la turbina, la cual enviará un flujo de aire de 114.19 m³/h

Reactor biológico

Para el diseño del reactor biológico la única consideración que se debe tener es el tiempo de retención del agua dentro del mismo.

El tiempo de retención mas utilizado en una PTAR biológica es de 3.5 horas.

Este parámetro es suficiente para diseñar el volumen del tanque ya que se cuenta con el caudal de descarga.

$$V_{\text{reactor}} = Q * t$$

$$V_{\text{reactor}} = 63,44 \frac{m^3}{hora} * 3,5 hora$$

$$V_{\text{reactor}} = 222,04 m^3$$

Por motivos de funcionabilidad se construirá dos tanques iguales, cada uno de 110 m³, para los periodos de baja producción.

Tanque de clorinación

La acción principal del cloro consiste principalmente en oxidar y en destruir la vida animal y vegetal.

La siguiente figura muestra los valores típicos de dosificación de cloro para desinfección de aguas residuales, según el libro Tratamiento de aguas residuales de Rubens Sette.

CUADRO 8.5

Dosis típicas de cloro en desinfección [10]

Efluente de	Intervalo de dosificación (mg/l)
Aguas residuales sin tratar (precloración)	6-25
Sedimentación primaria	5-20
Planta de precipitación química	2-6
Filtro precolador	3-15
Lodo activo	2-8
Filtro múltiple seguido de planta de lodos activos	1-5

Figura # 4.4.- Dosis típicas de cloro en desinfección

El valor más típico que corresponde a Lodo activo es el valor de 8 mg/l.

La desinfección esta asegurada después de 15 minutos, siempre que haya todavía un pequeño sobrante de cloro.

Por lo tanto para dimensionar el volumen del reactor se utilizará el tiempo de retención de 15 minutos.

$$V_{\text{de sin fección}} = Q * t$$

$$V_{\text{de sin fección}} = 63,44 \frac{m^3}{hora} * 0.25 horas$$

$$V_{\text{de sin fección}} = 15,86 m^3$$

$$V_{\text{de sin fección}} = 16 m^3$$

Se asume una altura H=3 mts, lo cual deja un área superficial de 5,33 mts²

$$A = 5,33 m^2$$

$$A = L * b$$

$$L = 2m$$

$$b = \frac{A}{l}$$

$$b = \frac{5.33}{2}$$

$$b = 2.665$$

$$b = 3m$$

4.2 Selección de equipos

En cada una de las estaciones se necesitará de equipos de apoyo para el correcto desarrollo de los procesos a llevarse a cabo.

Cámara de rejas

Para la retención de sólidos grandes se utilizara una cámara de rejas, que estará colocada previo al pozo de bombeo.

El principal objetivo de la cámara de rejillas es el de proteger las bombas y los demás equipos de los sólidos gruesos que puedan contener las aguas residuales.

La cantidad de sólidos retenida en la cámara de rejillas es entre el 10 y 15% del total de agua residual que ingresa a la PTAR.

Para el diseño de la cámara de rejillas se debe tomar en cuenta ciertos parámetros tales como:

- Velocidad de acceso
- Tamaño de la malla
- Manejo, procesamiento y disposición del material retenido

Existen 3 tipos de rejillas:

TIPO	TAMAÑO	Dimensión
Rejillas grandes	6 – 150	mm
Rejillas finas	<6	mm
Micro rejillas	<0.5	µm

Tabla # 4.1.- Clasificación de las rejillas

Dentro de los sólidos que se desechan a diario, que se detallo en el capítulo 3.3.2.1, se tiene restos de camarón y elementos plásticos.

Las cabezas de camarón miden entre 15 y 30 mm. Los restos plásticos son de mayor tamaño, pero estos sólidos en su mayoría

serán retenidos por las rejillas que se encuentran en el interior de la planta.

Las rejas que se utilizará serán rejillas grandes de 20 mm de separación, en vista de que se tendrá retención de restos de camarón y plásticos de varios tipos.

Se considera instalar dos unidades para facilidades de operación al momento de realizar limpieza o mantenimiento.

El efluente luego de pasar por la cámara de rejas será direccionado al pozo de bombeo.



Figura # 4.1.- Cámara de rejas

4.3 Presupuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales

EQUIPOS PRINCIPALES	VALOR (\$ USD)
• 2 Bombas sumergidas de 5 HP • Equipo de flotación por aire disuelto, DAF, con una capacidad de tratamiento de hasta 150 metros cúbicos por hora de operación, que incluye accesorios varios como: válvulas de control de presión y manómetros, válvulas de purga de sedimentos pesados, paletas de recolección de lodos flotados, compresor de aire de 3 HP • 2 sopladores para aireación y agitación del reactor biológico, con las líneas de inyección de aire y sus respectivas instalaciones • Bomba para retorno de fangos para clarificador secundario, líneas de carga y descarga de agua clarificada y fangos sedimentados • 1 Bomba dosificadora de cloro para desinfección final del agua procedente del clarificador secundario • Filtro doble banda para prensado de fangos	\$9.425,00 \$121.990,00 \$24.500,00 \$13.680,00 \$1740,00 \$66780,00
RESUMEN DE PRECIOS EQUIPOS:	\$238.115,00

OBRA CIVIL	VALOR (\$ USD)
• Cisterna de recepción de aguas	\$5.500,00
• Cisterna de homogenización y DAF	\$29.300,00
• Cisterna para reactor biológico. Estará dividida en dos compartimientos de similar tamaño por medio de una pared interna	\$60.590,00
• Cisterna de clarificación	\$18.700,00
• Tubería de conducción de efluentes tratados hacia el canal de desalojo de los efluentes	\$2.500,00
RESUMEN DE PRECIOS EQUIPOS:	\$116.590,00

RESUMEN DE PRECIOS

RESUMEN DE PRECIOS	VALOR (\$ USD)
EQUIPOS:	\$238.115,00
OBRA CIVIL:	\$116.590,00
TOTAL:	\$354.705,00

El valor total de la inversión de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales es de \$354.705,00

Cabe recalcar que, a pesar de ser una inversión inicial fuerte, la legislación ambiental ecuatoriana, y muchas normas internacionales exige que se realice este tratamiento previo a la descarga de un efluente, que garantice que no se está contaminando el cuerpo receptor.

En el plano D1 se muestra la ubicación de la PTAR dentro de las instalaciones de la empresa.

CAPÍTULO 5

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. La depuración del agua residual se está convirtiendo en un objetivo a escala mundial por ser el agua un recurso NO RENOVABLE en vías de extinción.
2. La depuración del agua residual industrial que se trató en la presente tesis tuvo dos objetivos principales que son:
 - Se cumplió con la legislación ambiental ecuatoriana
 - Se cumplió con la responsabilidad del cuidado al medio ambiente, como una empresa que genera contaminación ambiental, y disminuir en la medida de todo lo posible los índices de contaminación.

3. Al terminar el proceso de la PTAR se obtendrán 2 productos que son:

- Agua residual tratada
- Fangos de desecho

RECOMENDACIONES:

1. Una vez concluido el presente trabajo, se le recomienda a la empresa que, basado en la presente tesis, se inicie la obra civil y trabajos de construcción de la PTAR.

2. Se recomienda que después de culminado el proceso dentro de la PTAR, el agua tenga una disposición final diferente a la evacuación al río. Asimismo, se recomienda que después de culminado el proceso dentro de la PTAR, los fangos tengan una disposición final diferente a rellenos sanitarios o incineración.

3. Se recomienda que al agua residual tratada se le dé el uso que se detalla a continuación:

Como a la salida de la PTAR se obtendrá un agua libre de sólidos gruesos, materia orgánica en suspensión, sin olor, sin color y clorada, se la debe aprovechar en:

- Limpieza de áreas exteriores como patios, calles vehiculares

- Riego de jardines y plantas
- Baterías sanitarias

La empresa potabiliza cerca de 1100 metros cúbicos de agua por día. La reutilización del agua para riego de jardines y limpieza de áreas externas y baterías sanitarias, representa un ahorro en la potabilización diaria de agua (disminución de uso de productos químicos, ahorro en energía eléctrica, etc.) de cerca de 150 m³/día

4. Basados en esta tesis, se recomienda realizar estudios posteriores referentes a la utilización de los fangos para compostaje. Si se decide enviar los lodos para vertederos o incineradoras, se debe contratar un gestor de residuos autorizado por el municipio de la ciudad, o la autoridad competente. El gestor de residuos cobrará un valor por cada tonelada de lodos que se lleve a un botadero o un incinerador. El incinerador o botadero representa contaminación ambiental. Por otro lado, si se utiliza dicho lodo para compostaje, el producto obtenido podrá ser utilizado como abono.

APÉNDICES

APÉNDICE A

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES:

RECURSO AGUA



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA

LIBRO VI ANEXO 1

0 INTRODUCCIÓN

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

1 OBJETO

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

2 DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se consideran las definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, y las que a continuación se indican:

2.1 Agua costera

Es el agua adyacente a la tierra firme, cuyas propiedades físicas están directamente influenciadas por las condiciones continentales.

2.2 Agua marina

Es el agua de los mares y se distingue por su elevada salinidad, también conocida como agua salada. Las aguas marinas corresponden a las aguas territoriales en la extensión y términos que fijen el derecho internacional, las aguas marinas interiores y las de lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente.

2.3 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

2.4 Aguas pluviales

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

2.5 Agua dulce

Agua con una salinidad igual o inferior a 0.5 UPS.

2.6 Agua salobre

Es aquella que posee una salinidad entre 0.5 y 30 UPS.

2.7 Agua salina

Es aquella que posee una salinidad igual o superior a 30 UPS.

2.8 Aguas de estuarios

Son las correspondientes a los tramos de ríos que se hallan bajo la influencia de las mareas y que están limitadas en extensión hasta la zona donde la concentración de cloruros es de 250 mg/l o mayor durante los caudales de estiaje.

2.9 Agua subterránea

Es toda agua del subsuelo, que se encuentra en la zona de saturación (se sitúa debajo del nivel freático donde todos los espacios abiertos están llenos con agua, con una presión igual o mayor que la atmosférica).

2.10 Aguas superficiales

Toda aquella agua que fluye o almacena en la superficie del terreno.

2.11 Agua para uso público urbano

Es el agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano, previa potabilización.

2.12 Bioacumulación

Proceso mediante el cual circulan y se van acumulando a lo largo de la cadena trófica una serie de sustancias tóxicas, las cuales pueden alcanzar concentraciones muy elevadas en un determinado nivel.

2.13 Bioensayo acuático

Es el ensayo por el cual se usan las respuestas de organismos acuáticos, para detectar o medir la presencia o efectos de una o más sustancias, elementos, compuestos, desechos o factores ambientales solos o en combinación.

2.14 Capacidad de asimilación

Propiedad que tiene un cuerpo de agua para recibir y depurar contaminantes sin alterar sus patrones de calidad, referido a los usos para los que se destine.

2.15 Caracterización de un agua residual

Proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del agua residual, integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físico, químico, biológico y microbiológico.

2.16 Carga promedio

Es el producto de la concentración promedio por el caudal promedio, determinados en el mismo sitio.

2.17 Carga máxima permisible

Es el límite de carga que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado.

2.18 Carga contaminante

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

2.19 Contaminación de aguas subterráneas

Cualquier alteración de las propiedades físico, química, biológicas de las aguas subterráneas, que pueda ocasionar el deterioro de la salud, la seguridad y el bienestar de la población, comprometer su uso para fines de consumo humano, agropecuario, industriales, comerciales o recreativos, y/o causar daños a la flora, a la fauna o al ambiente en general.

2.20 Cuerpo receptor o cuerpo de agua

Es todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, corriente, zona marina, estuarios, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.

2.21 Depuración

Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

2.22 Descargar

Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado en forma continua, intermitente o fortuita.

2.23 Descarga no puntual

Es aquella en la cual no se puede precisar el punto exacto de vertimiento al cuerpo receptor, tal es el caso de descargas provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares.

2.24 Efluente

Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

2.25 FAO

Organización para la Agricultura y Alimentos de las Naciones Unidas.

2.26 Isohalina

Es una línea imaginaria que une los puntos de igual salinidad en un lugar geográfico determinado.

2.27 Isoterma

Es una línea imaginaria que une los puntos de igual temperatura en un lugar geográfico determinado.

2.28 Línea base

Denota el estado de un sistema en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades industriales o humanas.

2.29 Línea de fondo

Denota las condiciones ambientales imperantes, antes de cualquier perturbación. Es decir, significa las condiciones que hubieran predominado en ausencia de actividades antropogénicas, sólo con los procesos naturales en actividad.

2.30 Metales pesados

Metales de número atómico elevado, como cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo, y zinc, entre otros, que son tóxicos en concentraciones reducidas y tienden a la bioacumulación.

2.31 Módulo

Conjunto unitario que se repite en el sistema de tratamiento, cumple con el propósito de mantener el sistema de tratamiento trabajando, cuando se proporciona mantenimiento al mismo.

2.32 Oxígeno disuelto

Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua, vital para las formas de vida acuática y para la prevención de olores.

2.33 Pesticida o plaguicida

Los pesticidas son sustancias usadas para evitar, destruir, repeler o ejercer cualquier otro tipo de control de insectos, roedores, plantas, malezas indeseables u otras formas de vida inconvenientes. Los pesticidas se clasifican en: Organoclorados, organofosforados, organomercuriales, carbamatos, piretroides, bipiridilos, y warfaríneos, sin ser esta clasificación limitativa.

2.34 Polución o contaminación del agua

Es la presencia en el agua de contaminante en concentraciones y permanencias superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente capaz de deteriorar la calidad del agua.

2.35 Polución térmica

Descargas de agua a mayor o menor temperatura que aquella que se registra en el cuerpo receptor al momento del vertido, provenientes de sistemas industriales o actividades humanas.

2.36 Pozo u obra de captación

Cualquier obra, sistema, proceso, artefacto o combinación, contruidos por el hombre con el fin principal o incidental de extraer agua subterránea.

2.37 Pozo artesiano

Pozo perforado en un acuífero, cuyo nivel de agua se eleva sobre la superficie del suelo.

2.38 Pozo tubular

Pozo de diámetro reducido, perforado con un equipo especializado.

2.39 Río

Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, embalses naturales o artificiales, lagos, lagunas o al mar.

2.40 Toxicidad

Se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a su cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de:

- a) Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles.
- b) Que presente un riesgo para la salud humana o para el ambiente al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada.
- c) Que presente un riesgo cuando un organismo vivo se expone o está en contacto con la sustancia tóxica.

2.41 Toxicidad en agua

Es la propiedad de una sustancia, elemento o compuesto, de causar efecto letal u otro efecto nocivo en 4 días a los organismos utilizados para el bioensayo acuático.

2.42 Toxicidad crónica

Es la habilidad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos en un período extenso, usualmente después de exposiciones continuas o repetidas.

2.43 Tratamiento convencional para potabilizar el agua

Son las siguientes operaciones y procesos: Coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

2.44 Tratamiento convencional para efluentes, previa a la descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado

Es aquel que está conformado por tratamiento primario y secundario, incluye desinfección.

Tratamiento primario. - Contempla el uso de operaciones físicas tales como: Desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y el desbaste (principalmente rejas, mallas, o cribas) para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual.

Tratamiento secundario. - Contempla el empleo de procesos biológicos y químicos para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos.

El tratamiento secundario generalmente está precedido por procesos de depuración unitarios de tratamiento primario.

2.45 Tratamiento Avanzado para efluentes, previo descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado

Es el tratamiento adicional necesario para remover sustancias suspendidas y disueltas que permanecen después del tratamiento convencional para efluentes.

2.46 UPS

Unidad práctica de salinidad y representa la cantidad de gramos de sales disueltas en un kilo de agua.

2.47 Usuario

Es toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que utilice agua tomada directamente de una fuente natural o red pública.

2.48 Valores de línea de base

Parámetros o indicadores que representan cuantitativa o cualitativamente las condiciones de línea de base.

2.49 Valores de fondo

Parámetros o indicadores que representan cuantitativa o cualitativamente las condiciones de línea de fondo.

2.50 Zona de mezcla

Es el área técnicamente determinada a partir del sitio de descarga, indispensable para que se produzca una mezcla homogénea en el cuerpo receptor.

3 CLASIFICACION

3.1 Criterios de calidad por usos

1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
2. Criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.
3. Criterios de calidad para aguas subterráneas.
4. Criterios de calidad para aguas de uso agrícola o de riego.
5. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.
6. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.
7. Criterios de calidad para aguas de uso estético.
8. Criterios de calidad para aguas utilizadas para transporte.
9. Criterios de calidad para aguas de uso industrial.

3.2 Criterios generales de descarga de efluentes

1. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado como a los cuerpos de agua.
2. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado.
3. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor.
 - a) Descarga a un cuerpo de agua dulce.
 - b) Descarga a un cuerpo de agua marina.

4 DESARROLLO

4.1 Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas y de estuarios.

La norma tendrá en cuenta los siguientes usos del agua:

- a) Consumo humano y uso doméstico.
- b) Preservación de Flora y Fauna.
- c) Agrícola.
- d) Pecuario.
- e) Recreativo.
- f) Industrial.
- g) Transporte.
- h) Estético.

En los casos en los que se concedan derechos de aprovechamiento de aguas con fines múltiples, los criterios de calidad para el uso de aguas, corresponderán a los valores más restrictivos para cada referencia.

4.1.20 Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico

4.1.1.1 Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

- a) Bebida y preparación de alimentos para consumo,
- b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios,
- c) Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

4.1.1.2 Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios (ver tabla 1):

TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoníaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH ₄	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2,0
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500

Continúa...

Continuación...

TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	µg/l	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 8mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural + o - 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0
*Productos para la desinfección		mg/l	0,1
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C ₆ H ₆	µg/l	10,0
Benzo(a) pireno		µg/l	0,01
Etilbenceno		µg/l	700
Estireno		µg/l	100
Tolueno		µg/l	1 000

Continúa...

Continuación...

TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

Parámetro	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Xilenos (totales)		µg/l	10 000
Pesticidas y herbicidas			
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Dibromocloropropano (DBCP)	Concentración total de DBCP	µg/l	0,2
Dibromoetileno (DBE)	Concentración total de DBE	µg/l	0,05
Dicloropropano (1,2)	Concentración total de dicloropropano	µg/l	5
Diquat		µg/l	70
Glifosato		µg/l	200
Toxafeno		µg/l	5
Compuestos Halogenados			
Tetracloruro de carbono		µg/l	3
Dicloroetano (1,2-)		µg/l	10
Dicloroetileno (1,1-)		µg/l	0,3
Dicloroetileno (1,2-cis)		µg/l	70
Dicloroetileno (1,2-trans)		µg/l	100
Diclorometano		µg/l	50
Tetracloroetileno		µg/l	10
Tricloroetano (1,1,1-)		µg/l	200
Tricloroetileno		µg/l	30
Clorobenceno		µg/l	100
Diclorobenceno (1,2-)		µg/l	200
Diclorobenceno (1,4-)		µg/l	5
Hexaclorobenceno		µg/l	0,01
Bromoximil		µg/l	5
Diclorometano		µg/l	50
Tribrometano		µg/l	2

Nota:

Productos para la desinfección: Cloroformo, Bromodichlorometano, Dibromoclorometano y Bromoformo.

- 4.1.1.3** Las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de desinfección, deberán cumplir con los requisitos que se mencionan a continuación (ver tabla 2):

TABLA 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2,0
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Ausencia
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l

Continua...

Continuación...

TABLA 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	250
Sólidos disueltos totales		mg/l	500
Temperatura	°C		Condición Natural +/- 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total		mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	5,0
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C ₆ H ₆	mg/l	0,01
Benzo-a- pireno		mg/l	0,00001
Pesticidas y Herbicidas			
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Toxafeno		µg/l	0,01
Compuestos Halogenados			
Tetracloruro de carbono		mg/l	0,003
Dicloroetano (1,2-)		mg/l	0,01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/l	0,3

Nota:

*Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliforme fecal, se aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico.

4.1.2 Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios

4.1.2.1 Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

4.1.2.2 Los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, se presentan a continuación (ver tabla 3):

TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Clorofenoles	Concentración total de PCBs. O.D.	mg/l	0,5	0,5	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs		mg/l	0,001	0,001	0,001
Oxígeno Disuelto		mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H ₂ S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Amoníaco	NH ₃	mg/l	0,02	0,02	0,4
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5
Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Cianuro Libre	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01	0,01	0,01
Estaño	Sn	mg/l			2,00
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0,0003	0,0003	0,0003
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Materia flotante	visible		Ausencia	Ausencia	Ausencia

Continúa...

Continuación...

TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		Máxima 20 200	Máxima 32 200	Máxima 32 200

4.1.2.3 Además de los criterios indicados (ver tabla 3), se utilizarán los siguientes valores máximos (ver tabla 4) para la interpretación de la calidad de las aguas.

TABLA 4. Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de la calidad de las aguas.

Parámetros	Unidad	Límite máximo permisible	
		Agua Marina	Agua Dulce
Acenaftileno	µg/l	7	2
Acrilonitrilo	µg/l		26
Acroleína	µg/l	0,05	0,2
Antimonio (total)	µg/l		16
Benceno	µg/l	7	300
BHC-ALFA	µg/l		0,01
BHC-BETA	µg/l		0,01
BHC-DELTA	µg/l		0,01

Continúa...

Continuación...

TABLA 4. Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de la calidad de las aguas.

Parámetros	Unidad	Límite máximo permisible	
		Agua Marina	Agua Dulce
Clorobenceno	µg/l		15
Clorofenol (2-)	µg/l	30	7
Diclorobenceno	µg/l	2	2,5
Diclorobenceno (1,4-)	µg/l		4
Dicloroetano (1,2-)	µg/l	113	200
Dicloroetilenos	µg/l	224	12
Dicloropropanos	µg/l	31	57
Dicloropropenos	µg/l	0,8	2
Difenil Hidrazina (1,2)	µg/l		0,3
Dimetilfenol (2,4-)	µg/l		2
Dodecacloro + Nonacloro	µg/l	0,001	
Etilbenceno	µg/l	0,4	700
Fluoruro total	µg/l	1 400	4
Hexaclorobutadieno	µg/l	0,03	0,1
Hexaclorociclopentadieno	µg/l	0,007	0,05
Naftaleno	µg/l	2	6
Nitritos	µg/l	1 000	60
Nitrobenceno	µg/l	7	27
Nitrofenoles	µg/l	5	0,2
PCB (total)	µg/l	0,03	0,001
Pentaclorobenceno	µg/l		0,03
Pentacloroetano	µg/l	3	4
P-clorometacresol	µg/l		0,03
Talio (total)	µg/l	2	0,4
Tetraclorobenceno (1,2,3,4-)			
	µg/l		0,1
Tetraclorobenceno (1,2,4,5-)	µg/l		0,15
Tetracloroetano (1,1,2,2-)	µg/l	9	24
Tetracloroetileno	µg/l	5	260
Tetraclorofenoles	µg/l	0,5	1
Tetracloruro de carbono	µg/l	50	35
Tolueno	µg/l	50	300
Toxafeno	µg/l	0,005	0,000
Tricloroetano (1,1,1)	µg/l	31	18
Tricloroetano (1,1,2)	µg/l		94
Tricloroetileno	µg/l	2	45
Uranio (total)	µg/l	500	20
Vanadio (total)	µg/l		100

4.1.2.4 Además de los parámetros indicados dentro de esta norma, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

La turbiedad de las aguas de estuarios debe ser considerada de acuerdo a los siguientes límites:

- Condición natural (Valor de fondo) más 5%, si la turbiedad natural varía entre 0 y 50 UTN (unidad de turbidez nefelométrica);
- Condición natural (Valor de fondo) más 10%, si la turbiedad natural varía entre 50 y 100 UTN, y,
- Condición natural (Valor de fondo) más 20%, si la turbiedad natural es mayor que 100 UTN;

- d) Ausencia de sustancias antropogénicas que produzcan cambios en color, olor y sabor del agua en el cuerpo receptor, de modo que no perjudiquen a la flora y fauna acuáticas y que tampoco impidan el aprovechamiento óptimo del cuerpo receptor.

4.1.3 Criterios de calidad para aguas subterráneas

A continuación se establecen criterios de calidad a cumplirse, al utilizar las aguas subterráneas.

4.1.3.1 Todos los proyectos que impliquen la implementación de procesos de alto riesgo ambiental, como: petroquímicos, carboquímicos, cloroquímicos, usinas nucleares, y cualquier otra fuente de gran impacto, peligrosidad y riesgo para las aguas subterráneas cuando principalmente involucren almacenamiento superficial o subterráneo, deberá contener un informe detallado de las características hidrogeológicas de la zona donde se implantará el proyecto, que permita evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos, así como una descripción detallada de las medidas de protección a ser adoptadas.

4.1.3.2 La autorización para realizar la perforación de pozos tubulares (uso del agua) será otorgada por el CNRH, previo a la presentación por parte del interesado, de la siguiente información:

- a) Localización del pozo en coordenadas geográficas, y
- b) Uso pretendido o actual del agua.
- c) Datos técnicos de los pozos de monitoreo para la calidad del agua y remediación.

4.1.3.3 Los responsables por pozos tubulares estarán obligados a proporcionar al CNRH, al inicio de la captación de las aguas subterráneas o en cualquier época, la siguiente información:

- a) Copia del perfil geológico y características técnicas del pozo.
- b) Localización del pozo en coordenadas geográficas.
- c) Uso pretendido y actual del agua, y
- d) Análisis físico-químico y bacteriológico, efectuado en los últimos seis (6) meses, del agua extraída del pozo, realizado por un laboratorio acreditado.

4.1.3.4 Los responsables de pozos tubulares estarán obligados a reportar al CNRH, la desactivación temporal o definitiva del pozo.

4.1.3.5 Los pozos abandonados, temporal o definitivamente, y todas las perforaciones realizadas para otros fines, deberán, después de retirarse las bombas y tuberías, ser adecuadamente tapados con material impermeable y no contaminante, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas. Todo pozo deberá ser técnica y ambientalmente abandonado.

4.1.3.6 De existir alteración comprobada de la calidad de agua de un pozo, el responsable, deberá ejecutar las obras

necesarias para remediar las aguas subterráneas contaminadas y el suelo afectado.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas subterráneas, se presentan a continuación (ver tabla 5):

TABLA 5. Criterios referenciales de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-25,0) % y de materia orgánica entre (0 - 10,0) %.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Arsénico (total)	As	µg/l	35
Bario	Ba	µg/l	338
Cadmio	Cd	µg/l	3,2
Cianuro (total)	CN-	µg/l	753
Cobalto	Co	µg/l	60
Cobre	Cu	µg/l	45
Cromo total	Cr	µg/l	16
Molibdeno	Mo	µg/l	153
Mercurio (total)	Hg	µg/l	0,18
Níquel	Ni	µg/l	45
Plomo	Pb	µg/l	45
Zinc	Zn	µg/l	433
Compuestos aromáticos.			
Benceno.	C ₆ H ₆	µg/l	15
Tolueno.		µg/l	500
Estireno		µg/l	150
Etilbenceno		µg/l	75
Xileno (Suma) ¹		µg/l	35
Fenol		µg/l	1 000
Cresol ²		µg/l	100
Hidroquinona		µg/l	400
Hidrocarburos aromáticos policíclicos.			
Naftaleno		µg/l	35
Fenantreno.		µg/l	2,5
Antraceno		µg/l	2,5
Fluoranteno		µg/l	0,5

Continua...

Continuación...

TABLA 5. Criterios referenciales de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-25,0) % y de materia orgánica entre (0 - 10,0) %.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Benzo(a)antraceno		µg/l	0,25
Criseno		µg/l	0,028
Benzo(k)fluoranteno		µg/l	0,028
Benzo(a)pireno		µg/l	0,028
Benzo(ghi)perileno		µg/l	0,025
Indenol (1,2,3 cd) pireno		µg/l	0,025
Hidrocarburos Clorados.			
Diclorometano		µg/l	500
Triclorometano		µg/l	200
Tetraclorometano		µg/l	5,0
1,1-dicloroetano		µg/l	1 300
1,2-dicloroetano		µg/l	200
1,1,1- tricloroetano		µg/l	275
1,1,2-tricloroetano		µg/l	750
Vinilclorado		µg/l	0,35
Cis-1,2- dicloeteno		µg/l	650
Tricloroeteno		µg/l	250
Tetracloroeteno		µg/l	20
Monoclorobenceno		µg/l	90
Diclorobenceno (Suma)		µg/l	25
Triclorobenceno (Suma)		µg/l	5
Tetraclorobenceno (Suma)		µg/l	1,28
Pentaclorobenceno		µg/l	0,5
Hexaclorobenceno		µg/l	0,28
Monoclorofenol (Suma)		µg/l	50
Diclorofenol (Suma)		µg/l	15
Triclorofenol (Suma)		µg/l	5
Tetraclorofenol		µg/l	5
Pentaclorofenol		µg/l	1,5
Cloronaftaleno		µg/l	3
PCBs (Suma) ³		µg/l	0,01

Continúa...

Continuación...

TABLA 5. Criterios referenciales de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-25,0) % y de materia orgánica entre (0 - 10,0) %.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Pesticidas Organoclorados			
DDD, DDE, DDT (Suma) ^a		µg/l	0,005
Drins (Suma) ^b		µg/l	0,05
HCH-Compuestos (Suma) ^c		µg/l	0,5
Carbamatos			
Carbaril		µg/l	0,06
Carbofuran		µg/l	0,06
Maneb		µg/l	0,05
Organonitrogenados			
Atrazina		µg/l	0,05
Compuestos remanentes			
Ciclohexanos		µg/l	7 500
Ftalatos (Suma) ^d		µg/l	2,75
Hidrocarburos totales de petróleo		µg/l	325
Piridina		µg/l	1,75
Tetrahidrofurano		µg/l	0,75
Tetrahidrotiofeno		µg/l	15

4.1.3.7 El Ministerio del Ambiente dictará una Subnorma específica como complemento a la presente, referente a aguas subterráneas.

4.1.4 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación (ver tabla 6) :

^a Suma de DDD, DDE y DDT.

^b Suma de Aldrin, Endrin, y Dieldrin.

^c Suma de los isómeros del Hexaclorociclohexano: alfa, beta, gama.

^d Suma de Ftalatos totales.

TABLA 6. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	visible		Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coniformes Totales	nmp/100 ml		1 000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	cero
Zinc	Zn	mg/l	2,0

Además de los criterios indicados, la Entidad Ambiental de Control utilizará también las siguientes guías para la interpretación de la calidad del agua para riego y deberá autorizar o no el uso de agua con grado de restricción severo o moderado (ver tabla 7):

TABLA 7. PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	*GRADO DE RESTRICCIÓN.			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
Salinidad (1): CE (2) SDT (3)	Milimhos/cm mg/l	0,7 450	0,7 450	3,0 2000	>3,0 >2000
Infiltración (4): RAS = 0 – 3 y CE RAS = 3 – 6 y CE RAS = 6 – 12 y CE RAS = 12 – 20 y CE RAS = 20 – 40 y CE		0,7 1,2 1,9 2,9 5,0	0,7 1,2 1,9 2,9 5,0	0,2 0,3 0,5 1,3 2,9	< 0,2 < 0,3 < 0,5 < 1,3 < 2,9
Toxicidad por ión específico (5): - Sodio: Irrigación superficial RAS (6) Aspersión - Cloruros Irrigación superficial Aspersión - Boro	meq/l meq/l meq/l mg/l	3,0 3,0 4,0 3,0 0,7	3,0 3,0 4,0 3,0 0,7	9 10,0 3,0	> 9,0 > 10,0 > 3,0
Efectos misceláneos (7): - Nitrógeno (N-NO ₃) - Bicarbonato (HCO ₃)	mg/l meq/l	5,0 1,5	5,0 1,5	30,0 8,5	> 30,0 > 8,5
PH	Rango normal	6,5 – 8,4			

*Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- (1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.
 (2) Conductividad eléctrica del agua: regadío (1 milimhos/cm = 1000 micromhos/cm).
 (3) Sólidos disueltos totales.
 (4) Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo.
 (5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos.
 (6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada.
 (7) Afecta a los cultivos susceptibles.

4.1.5 Criterios de calidad para aguas de uso pecuario

Se entiende como aguas para uso pecuario a aquellas empleadas para el abrevadero de animales, así como otras actividades conexas y complementarias que establezcan los organismos competentes.

Las aguas destinadas a uso pecuario deberán cumplir con los siguientes criterios de calidad (ver tabla 8):

TABLA 8. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario

Parámetros	Expresado como	Unidad	Valor máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,2
Bario	Ba	mg/l	1,0
Boro (total)	B	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Carbamatos (totales)	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,2
Cinc	Zn	mg/l	25,0
Cobre	Cu	mg/l	0,5
Cromo hexavalente	Cr ⁶⁺	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	1,0
Litio	Li	mg/l	5,0
Materia flotante	visible		Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0,5
Molibdeno	Mo	mg/l	0,005
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Nitratos + nitritos	N	mg/l	10,0
Nitritos	N-nitrito	mg/l	1,0
Níquel	Ni	mg/l	0,5
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	3,0
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	10,0
Coliformes fecales	nmp por cada 100 ml		Menor a 1 000
Coliformes totales	nmp por cada 100 ml		Promedio mensual menor a 5 000

4.1.6 Criterios de calidad para aguas con fines recreativos

Se entiende por uso del agua para fines recreativos, la utilización en la que existe:

- Contacto primario, como en la natación y el buceo, incluidos los baños medicinales y
- Contacto secundario como en los deportes náuticos y pesca.

Los criterios de calidad para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto primario se presentan a continuación (ver tabla 9):

TABLA 9. Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Coliformes fecales	nmp por cada 100 ml		200
Coliformes totales	nmp por cada 100 ml		1 000
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% de Concentración de saturación y no menor a 6 mg/l
Materia flotante	visible		Ausencia
Potencial de hidrógeno	pH		6,5 – 8,5
Metales y otras *sustancias tóxicas		mg/l	cero
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1 (para cada compuesto detectado)
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2 (para cada compuesto detectado)
Residuos de petróleo	visibles		Ausencia
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno.	mg/l	0,5
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi			Mínimo 2,0 m.
Relación hidrógeno, fósforo orgánico			15:1

Los criterios de calidad para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto secundario se presentan en la tabla 10.

TABLA 10. Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario

Parámetros	Expresado como	Unidad	Valor máximo permisible
Coliformes totales	nmp/100 ml		4 000
Coliformes fecales	nmp/100 ml		1 000
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% de Concentración de saturación
Potencial de hidrógeno	pH		6,5 – 8,5
Metales y otras *sustancias tóxicas		mg/l	Cero
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Residuos de petróleo			Ausencia
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno.	mg/l	0,5
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Sólidos flotantes	visible		Ausencia
Relación hidrógeno, fósforo orgánico			15:1

4.1.7 Criterios de calidad para aguas de uso estético

El uso estético del agua se refiere al mejoramiento y creación de la belleza escénica.

Las aguas que sean usadas para uso estético, tendrán que cumplir con los siguientes criterios de calidad:

- Ausencia de material flotante y de espumas provenientes de la actividad humana.
- Ausencia de grasas y aceites que formen película visible.
- Ausencia de sustancias productoras de color, olor, sabor, y turbiedad no mayor a 20 UTN.
- El oxígeno disuelto será no menor al 60% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l.

4.1.8 Criterios de calidad de las aguas para transporte

Se entiende el uso del agua para transporte, su empleo para la navegación de cualquier tipo de embarcación o para la movilización de materiales inocuos por contacto directo.

El único parámetro a regular será el Oxígeno disuelto, que deberá ser mayor a 3 mg/l.

4.1.9 Criterios de calidad para aguas de uso industrial

Se entiende por uso industrial del agua su empleo en actividades como:

- Procesos industriales y/o manufactureros de transformación o explotación, así como aquellos conexos o complementarios;

* Sustancias Tóxicas, aquellas establecidas en el Listado de Desechos Peligrosos y Normas Técnicas aprobadas por la Autoridad Competente en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos.

- b) Generación de energía y
- c) Minería.

Para el uso industrial, se deberán observar los diferentes requisitos de calidad correspondientes a los respectivos procesos, aplicando el criterio de tecnología limpia que permitirá la reducción o eliminación de los residuos (que pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos).

4.2 Criterios generales para la descarga de efluentes

4.2.1 Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua

4.2.1.1 El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción.

4.2.1.2 En las tablas # 11, 12 y 13 de la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina), los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios. La Entidad Ambiental de Control deberá establecer la normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

4.2.1.3 Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.

4.2.1.4 Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.

4.2.1.5 Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.

4.2.1.6 Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.

4.2.1.7 Para el caso de los pesticidas, si el efluente después del tratamiento convencional y previa descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, no cumple con los parámetros de descarga establecidos en la presente normativa (Tablas 11, 12 y 13), deberá aplicarse un tratamiento avanzado.

4.2.1.8 Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios, hasta tanto el organismo de acreditación ecuatoriano establezca el sistema de acreditación nacional que los laboratorios deberán cumplir.

4.2.1.9 Los sistemas de drenaje para las aguas domésticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores.

4.2.1.10 Se prohíbe descargar sustancias o desechos peligrosos (líquidos-sólidos-semisólidos) fuera de los estándares permitidos, hacia el cuerpo receptor, sistema de alcantarillado y sistema de aguas lluvias.

4.2.1.11 Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, o hacia un cuerpo de agua, provenientes del lavado y/o mantenimiento 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.

4.2.1.12 Se prohíbe la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Entidad Ambiental de Control.

4.2.1.13 Las aguas provenientes de la explotación petrolífera y de gas natural, podrán ser reinyectadas de acuerdo a lo establecido en las leyes, reglamentos y normas específicas, que se encuentren en vigencia, para el sector hidrocarburífero.

4.2.1.14 El regulado deberá disponer de sitios adecuados para caracterización y aforo de sus efluentes y proporcionarán todas las facilidades para que el personal técnico encargado del control pueda efectuar su trabajo de la mejor manera posible.

A la salida de las descargas de los efluentes no tratados y de los tratados, deberán existir sistemas apropiados, ubicados para medición de caudales. Para la medición del caudal en canales o tuberías se usarán vertederos rectangulares o triangulares, medidor Parshall u otros aprobados por la Entidad Ambiental de Control. La tubería o canal de conducción y descarga de los efluentes, deberá ser conectada con un tanque de disipación de energía y acumulación de líquido, el cual se ubicará en un lugar nivelado y libre de perturbaciones, antes de llegar al vertedero. El vertedero deberá estar nivelado en sentido perpendicular al fondo del canal y sus características dependerán del tipo de vertedero y del ancho del canal o tanque de aproximación.

4.2.1.15 Los lixiviados generados en los rellenos sanitarios cumplirán con los rangos y límites establecidos en las normas de descargas a un cuerpo de agua.

4.2.1.16 De acuerdo con su caracterización toda descarga puntual al sistema de alcantarillado y toda descarga puntual o no puntual a un cuerpo receptor, deberá cumplir con las disposiciones de esta Norma. La Entidad Ambiental de Control dictará la guía técnica de los parámetros mínimos de descarga a analizarse o monitorearse, que deberá cumplir todo regulado. La expedición de la guía técnica deberá darse en un plazo máximo de un mes después de la publicación de la presente norma. Hasta la expedición de la guía técnica es responsabilidad de la Entidad Ambiental de Control determinar los parámetros de las descargas que debe monitorear el regulado.

4.2.1.17 Se prohíbe la descarga de residuos líquidos no tratados, provenientes de embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre, hacia los sistemas de alcantarillado, o cuerpos receptores. Se observarán las disposiciones vigentes en el Código de Policía Marítima y los convenios internacionales establecidos, sin embargo, una vez que los residuos sean evacuados a tierra, la Entidad Ambiental de Control podrá ser el Municipio o Consejo Provincial, si tiene transferida competencias ambientales que incluyan la prevención y control de la contaminación, caso contrario seguirá siendo la Dirección General de la Marina Mercante.

La Dirección General de la Marina Mercante (DIGMER) fijará las normas de descarga para el caso contemplado en este artículo, guardando siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva con respecto a la presente Norma. DIGMER será la Entidad Ambiental de Control para embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre.

4.2.1.18 Los regulados que amplíen o modifiquen su producción, actualizarán la información entregada a la Entidad de Control de manera inmediata, y serán considerados como regulados nuevos con respecto al control de las descargas que correspondan al grado de ampliación y deberán obtener las autorizaciones administrativas correspondientes.

4.2.1.19 La Entidad Ambiental de Control establecerá los parámetros a ser regulados para cada tipo de actividad económica, especificando La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

4.2.1.20 Cuando los regulados, aún cumpliendo con las normas de descarga, produzcan concentraciones en el cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, que excedan los criterios de calidad para el uso o los usos asignados al agua, la Entidad Ambiental de Control podrá exigirles valores más restrictivos en la descarga, previo a los estudios técnicos realizados por la Entidad Ambiental de Control, justificando esta decisión.

4.2.1.21 Los sedimentos, lodos y sustancias sólidas provenientes de sistemas de potabilización de agua y de tratamiento de desechos y otras tales como residuos del área de la construcción, cenizas, cachaza, bagazo, o cualquier tipo de desecho doméstico o industrial, no deberán disponerse en aguas superficiales, subterráneas, marinas, de estuario, sistemas de alcantarillado y cauces de agua estacionales secos o no, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales referentes a los desechos sólidos no peligrosos.

4.2.2 Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público

4.2.2.1 Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

- a) Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).
- b) Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.
- c) Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.
- d) Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.
- e) Fosgeno, cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno, sustancias comprobadamente tóxicas.

4.2.2.2 El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para que los regulados, de manera parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma.

El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos en esta Norma.

4.2.2.3 Toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos a continuación (ver tabla 11):

TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO ₃	mg/l	0,1

Continúa...

Continuación...

TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Caudal máximo		l/s	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO ₄ ⁻	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0

Continúa..

Continuación...

TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

4.2.2.4 Toda área de desarrollo urbanístico, turístico o industrial que no contribuya al sistema de alcantarillado público, deberá contar con instalaciones de recolección y tratamiento convencional de residuos líquidos. El efluente tratado descargará a un cuerpo receptor o cuerpo de agua, debiendo cumplir con los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, marina y de estuarios.

4.2.2.5 Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, provenientes del lavado y/o mantenimiento 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.

4.2.2.6 Se prohíbe la descarga hacia el sistema de alcantarillado de residuos líquidos no tratados, que contengan restos de aceite lubricante, grasas, etc, provenientes de los talleres mecánicos, vulcanizadoras, restaurantes y hoteles.

4.2.2.7 Los responsables (propietario y operador) de todo sistema de alcantarillado deberán dar cumplimiento a las normas de descarga contenidas en esta Norma. Si el propietario (parcial o total) o el operador del sistema de alcantarillado es un municipio, éste no podrá ser sin excepción, la Entidad Ambiental de Control para sus instalaciones. Se evitará el conflicto de interés.

4.2.3 Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce y agua marina

4.2.3.1 Los puertos deberán contar con un sistema de recolección y manejo para los residuos sólidos y líquidos provenientes de embarcaciones, buques, naves y otros medios de transporte, aprobados por la Dirección General de la Marina Mercante y la Entidad Ambiental de Control. Dichos sistemas deberán ajustarse a lo establecido en la presente Norma, sin embargo los municipios podrán establecer regulaciones más restrictivas de existir las justificaciones técnicas.

4.2.3.2 Se prohíbe todo tipo de descarga en:

- Las cabeceras de las fuentes de agua.
- Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el CNRH, Consejo Provincial o Municipio Local y,
- Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio del Ambiente, CNRH o Consejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos.

4.2.3.3 Los regulados que exploren, exploten, refinen, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias peligrosas susceptibles de contaminar cuerpos de agua deberán contar y aplicar un plan de contingencia para la prevención y control de derrames, el cual deberá ser aprobado y verificado por la Entidad Ambiental de Control.

4.2.3.4 Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. Las normas guardarán siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen.

En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno.

4.2.3.5 Para el caso de industrias que capten y descarguen en el mismo cuerpo receptor, la descarga se hará aguas arriba de la captación.

4.2.3.6 Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos, se establece lo siguiente:

- a) Se prohíbe la aplicación manual de agroquímicos dentro de una franja de cincuenta (50) metros, y la aplicación aérea de los mismos, dentro de una franja de cien (100) metros, medidas en ambos casos desde las orillas de todo cuerpo de agua.
- b) La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente, requerirá el informe y autorización previa del Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- c) Además de las disposiciones contenidas en la presente Norma, se deberá cumplir las demás de carácter legal y reglamentario sobre el tema, así como los listados referenciales de la Organización para la Agricultura y Alimentos de Naciones Unidas (FAO).

4.2.3.7 Toda descarga a un cuerpo de agua dulce, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación (ver tabla 12).

TABLA 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		⁸ Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0

Continua...

Continuación...

TABLA 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	1000
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

TABLA 13. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas		mg/l	0,3
Arsénico total	As	mg/l	0,5
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,2
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		⁹ Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Fósforo Total	P	mg/l	10
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo.	TPH	mg/l	20,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total kjedahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,2
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05

Continua...

Continuación...

TABLA 13. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,25
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Zinc	Zn	mg/l	10

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

4.2.3.9 Se prohíbe la descarga de efluentes hacia cuerpos de agua severamente contaminados, es decir aquellos cuerpos de agua que presentan una capacidad de dilución o capacidad de carga nula o cercana a cero. La Entidad Ambiental de Control decidirá la aplicación de uno de los siguientes criterios:

- Se descarga en otro cuerpo de agua
- Se exigirá tratamiento hasta que la carga contaminante sea menor o igual a 1,5 del factor de contaminación de la tabla 14 (Factores Indicativos de Contaminación)

4.2.3.10 Ante la inaplicabilidad para un caso específico de algún parámetro establecido en la presente norma o ante la ausencia de un parámetro relevante para la descarga bajo estudio, la Entidad Ambiental de Control tomará el siguiente criterio de evaluación. El regulado deberá establecer la línea de fondo o de referencia del parámetro de interés en el cuerpo receptor. El regulado determinará la concentración presente o actual del parámetro bajo estudio en el área afectada por sus descargas. Así, se procede a comparar los resultados obtenidos para la concentración presente contra los valores de fondo o de referencia. Se considera en general que una concentración presente mayor tres veces que el valor de fondo para el agua es una contaminación que requiere atención inmediata por parte de la Entidad Ambiental de Control. (ver tabla 14).

Si la concentración presente es menor a tres veces que el valor de fondo, la Entidad Ambiental de Control dará atención mediata a esta situación y deberá obligar al regulado a que la concentración presente sea menor o igual a 1,5 que el valor de fondo.

TABLA 14. Factores indicativos de contaminación

Factor de contaminación (Concentración presente/ valor de fondo)	Grado de perturbación.	Denominación
< 1,5	0	Cero o perturbación insignificante
1,5 – 3,0	1	Perturbación evidente.
3,0 – 10,0	2	Perturbación severa.
> 10,0	3	Perturbación muy severa.

Los valores de fondo de mayor confiabilidad serán aquellos derivados de muestras a tomarse en aquellas partes inmediatas fuera del área bajo estudio, que se considere como no afectada por contaminación local. En el caso de ausencia total de valores de fondo de las áreas inmediatas fuera del área bajo estudio, se podrá obtener estos valores de estudios de áreas regionales o nacionales aplicables.

Para determinar el valor de fondo o de referencia, al menos 5 muestras deben ser tomadas, si se toman entre 5 a 20 muestras, el valor más alto o el segundo más alto deben ser seleccionados como valor de fondo. Si se toman más de 20 muestras, se podrán utilizar los valores medidos que correspondan con el 90vo. o 95vo. Percentil. Los valores

de fondo empleados no podrán ser menores a los presentados en esta Norma, de acuerdo a los parámetros de calidad y usos establecidos.

La Entidad Ambiental de Control determinará el método para el muestreo del cuerpo receptor en el área de afectación de la descarga, esto incluye el tiempo y el espacio para la realización de la toma de muestras.

4.2.3.11 Los municipios serán las autoridades encargadas de realizar los monitoreos a la calidad de los cuerpos de agua ubicados en su jurisdicción, llevando los registros correspondientes, que permitan establecer una línea base y de fondo que permita ajustar los límites establecidos en esta Norma en la medida requerida.

4.2.3.12 Se prohíbe verter desechos sólidos, tales como: basuras, animales muertos, mobiliario, entre otros, y líquidos contaminados hacia cualquier cuerpo de agua y cauce de aguas estacionales secas o no.

4.2.3.13 Se prohíbe el lavado de vehículos en los cuerpos de agua, así como dentro de una franja de treinta (30) metros medidos desde las orillas de todo cuerpo de agua, de vehículos de transporte terrestre y aeronaves de fumigación, así como el de aplicadores manuales y aéreos de agroquímicos y otras sustancias tóxicas y sus envases, recipientes o empaques.

Se prohíbe la descarga de los efluentes que se generen como resultado de los procesos indicados en este numeral, cuando no exista tratamiento convencional previo.

5 METODOS DE PRUEBA

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en esta Norma Oficial Ecuatoriana, se deberán aplicar los métodos establecidos en el manual "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", en su más reciente edición. Además deberán considerarse las siguientes Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

6 BIBLIOGRAFÍA

ANÁLISIS DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN COLOMBIA – CEPIS. "Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud, II parte, Capítulo X.

ANÁLISIS NORMATIVO Y CONSIDERACIONES PARA FORMULAR PROPUESTAS DE AMORNIZACIÓN en URUGUAY, BRASIL y ARGENTINA: Estándares de Calidad para toda Clase de Vertidos.

ANEXO II. DEL CONTRATO DE CONCESIÓN DE ECAPAG – INTERAGUA.

CANTER, 1998. "Manual de Evaluación del Impacto Ambiental".

CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL CFN. 1994 "Manual de Evaluación Ambiental para Proyectos de Inversión."

DIRECTORIO DE LA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE MANTA E.A.P.A.M. "Reglamento para las Normas de Descargas Permisibles al Sistema de Aguas Residuales" expedido el 14 de Enero del 2002.

HERNÁNDEZ MUÑOZ A., Hernández Lehmann, y Galán Martínez Pedro, 1996. "Manual de Depuración Uralita."

MANUAL DE EVALUACIÓN Y MANEJO DE SUSTANCIAS TÓXICAS EN AGUAS SUPERFICIALES- CEPIS. Enero del 2001.

METCALF & Eddy, 1995. Ingeniería de Aguas Residuales. Volumen II Tratamiento, vertido y reutilización. Tercera Edición (Primera en Español), McGraw Hill.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL ECUADOR 1999. Monitoreo Ambiental de las áreas mineras en el Sur del Ecuador. I. Edición.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL ECUADOR 2001. Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DE CHILE. Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado., 7 de mayo de 1998.

MINISTERIO DE SALUD DE COSTA RICA. REPAMAR. Boletines del Manejo Ambiental de Residuos, 2001.

NORMA OFICIAL MEXICANA- NOM-001-ECOL-1996. Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Agua y en Bienes Nacionales, 6 enero de 1997.

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA: INEN 2 169: 98. Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA: INEN 2 176: 98. Calidad del Agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.

PROYECTO PATRA DE ASISTENCIA TÉCNICA A LA GESTIÓN AMBIENTAL, 1999. "Definición de una política Ambiental para el Municipio de Guayaquil."

PROYECTO PATRA DE ASISTENCIA TÉCNICA A LA GESTIÓN AMBIENTAL, 2000. "Compilación de Normas Jurídicas relacionadas con la Prevención y Control de la Contaminación."

PROYECTO PUCE-UCO. PATRA (2000): "Reglamento de Calidad Ambiental en lo Relativo al Recurso Agua". Ministerio del Ambiente.

REPÚBLICA DE ARGENTINA. Decreto Nacional 674: Decreto. Reglamentación de la ley de obras sanitarias de la nación, Junio 6 de 1989.

REPÚBLICA DE ARGENTINA. DECRETO NACIONAL: 831. Reglamentación de Residuos Peligrosos, 1993.

REPÚBLICA DE VENEZUELA. "Decretos y Normas Técnicas publicadas en la Gaceta Oficial", Febrero 1 de 1999.

REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial No. 204, 5 de Junio de 1989. Reglamento de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al Recurso Agua.

REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial No. 222, 30 de Junio de 1993. "Reforma a la Ordenanza de Administración y Tarifas para el uso de los Servicios de Alcantarillado del Cantón Cuenca."

REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial No. 74, 10 de Mayo del 2000. Anexo que contiene los Valores Máximos Permisibles de los Indicadores de Contaminación y Parámetros de Interés Sanitario para Descargas Líquidas.

REPÚBLICA DEL ECUADOR. Reglamento de Aplicación de la Ordenanza No. 2910 del 27 de Enero de 1992. "Prevención y Control de la Contaminación producida por las descargas líquidas industriales y las Emisiones hacia la Atmósfera".

WORLD BANK, 1991. Environmental Assessment Source Book, Volume III. Guidelines for Environmental Assessment of Energy and Industry Projects, Environment Department, Washington, D.C., USA.

WORLD BANK, 1997. World Bank Technical Paper No. 373, Vehicular Air Pollution. The World Bank, Washington, D.C., USA.

WORLD BANK, 1999. World Bank Technical Paper No. 376, Roads and the Environment. The World Bank, Washington, D.C., USA.

APÉNDICE B

GUIDELINES FOR BEST AQUACULTURE PRACTICES (BAP) STANDARD



Seafood Processing Plants Guidelines for BAP Standards

GUIDELINES — SEAFOOD PROCESSING PLANTS

The following guidelines provide perspective and clarification for the standards referenced in the Application/Audit Form. The application and guidelines were designed to assist program applicants in assessing their facilities and developing management systems for compliance with the certification standards.

The word "shall" is used throughout these guidelines to indicate mandatory provisions. For further information, please refer to the additional resources listed.

Standard 1 — Community Property Rights and Regulatory Compliance

Processing plants shall comply with local and national laws and environmental regulations, including those related to product exportation, and provide current documentation that demonstrates legal rights for land use, water use, construction and operation.

Reasons for Standard

Certified processing plants shall comply with applicable business-related laws and regulations for waste disposal, effluents, pest control, etc. These regulations are needed to assure that processing plants provide pertinent information to governments and pay fees to support such programs. BAP requires compliance because it recognizes that not all governmental agencies have sufficient resources to effectively enforce laws.

Processing plants can represent considerable sources of employment and tax revenue for local communities and national governments. Certified facilities should demonstrate management commitment to both fiscal responsibility and community good. Facilities shall meet established export, sanitation and food safety standards through compliance with local and national regulations or importer review.

Implementation

Regulations regarding the operation and resource use of processing plants vary significantly from place to place. Among other requirements, such laws can call for:

- business licenses
- aquaculture licenses
- land deeds or lease agreements
- land use taxes
- construction permits
- water use permits
- mangrove protection
- effluent permits
- predator control permits
- well operation permits
- landfill operation permits
- waste treatment disposal permits.

ACC evaluators cannot know all laws that apply to seafood processing in all nations. Processing plants have the responsibility to obtain all necessary documentation for siting, constructing and operating their facilities.

Assistance in determining these necessary permits and licenses can be sought from governmental agencies responsible for environmental protection, water management and transportation. ACC evaluators shall also become familiar with the legal requirements within the areas they service.

During the ACC audit, the plant representative shall present all necessary documents to the evaluator. All documents shall be current, and processing plants shall be in compliance with the requirements stipulated by the documents. In some cases, governmental agencies may have waived one or more permits. Letters granting the waivers or other proof of waivers shall be available.

Standard 2 – Community Worker Safety and Employee Relations

Processing plants shall comply with local and national labor laws to assure worker safety and adequate compensation.

Reasons for Standard

Processing work is potentially dangerous because of the types of machinery needed and the use of potentially hazardous materials, especially refrigerants. It is the responsibility of processing plants to provide safe and healthy working conditions and training on worker safety.

Most processing of aquaculture products for export to Europe and the United States is conducted in tropical nations where wage or other labor laws are not always consistently enforced. Since processing plants can be a major source of job opportunities, they should maintain a good working relationship with not only employees but the communities in which they operate.

Implementation

To receive BAP certification, processing plant management shall show both compliance with labor laws and a commitment to worker safety. Certified processing plants shall provide legal wages and a safe working environment, and efforts should be made to exceed these minimum requirements.

Workers should be given adequate initial training, as well as regular refresher training, on safety in all areas of plant operation. Safety equipment such as machine guards, safety goggles and respirators, as well as training in their use, should be

given to workers who operate cutting machines and other dangerous equipment.

Workers should be trained in the first aid of electrical shock, profuse bleeding, and other possible medical emergencies. They must also be informed of emergency evacuation procedures in case of fire or release of toxic gases.

In some locations it is necessary for plants to provide meals for workers. In such cases, food services should provide wholesome meals for workers, with food storage and preparation done in a responsible manner. Safe drinking water shall be available at all times to employees working at the facility.

An adequate number of working toilets and hand-washing facilities shall be available. If living quarters are provided, they should be well ventilated and have adequate shower and toilet facilities. Trash and garbage should not accumulate in living, food preparation or dining areas. Health screening with documented results by employee should be conducted at least every six months.

During the facility audit, the ACC evaluator will evaluate whether conditions comply with labor laws. The evaluator will also interview a random sample of workers to obtain their opinions about wages and safety conditions.

For Additional Information

Safety for Fish Farm Workers

D. C. Minchew – 1999

USDA/Cooperative State Research and Extension Service
Washington, D.C., USA

Standard 3 – Environment Effluent Management

Processing plants shall dispose of process water and sewage in a responsible manner that does not create pollution, cause excessive odor or spread disease. Water quality measurements of plant effluents that enter natural bodies of

water shall comply with government regulations or the BAP criteria below, whichever are more strict. Plants shall continue compliance with these criteria to maintain certification.

BAP Water Quality Criteria – Processing Plants

Variable (units)	Initial Value	Final Value (After 5 years)	Collection Frequency
pH (standard units)	6.0-9.5	6.0-9.0	Monthly
Total suspended solids (mg/L)	100 or less	50 or less	Quarterly
Soluble phosphorus (mg/L)	5 or less	3 or less	Monthly
Total ammonia nitrogen (mg/L)	10 or less	5 or less	Monthly
5-day biochemical oxygen demand (mg/L)	50 or less	30 or less	Quarterly
Oil and grease (mg/L)	10 or less	7 or less	Quarterly
Salinity	No water discharge above 1.5 ppt into freshwater	No water discharge above 1.0 ppt into freshwater	
Water with less than 1 ppt salinity or specific conductance below 1,500 μ mhos/cm is considered fresh.			

Reasons for Standard

Processing plants discharge not only sewage from employee toilet facilities, but effluents from ice baths, cleaning and sanitizing. Effluents from packing processes can include organic matter, offal/viscera from fish and shellfish, high residual levels of chlorine, phosphorus detergents and other nutrients. These substances can contribute to eutrophication, sedimentation, high oxygen demand and pollution in receiving water. They can also transmit diseases to wild aquatic animals.

Processing by-products and other plant waste can create a significant odor when not disposed of properly. Such odors shall not be a nuisance for neighboring communities or businesses.

Implementation

Processing plants shall determine the levels of soluble phosphorus, ammonia nitrogen, suspended solids, BOD, pH and salinity of the source water used in processing. When sampling, plants should record the source water volume, influent (untreated process water) and effluent discharged after treatment.

Processing plants should implement best management practices to treat wastes with a goal of meeting or exceeding industry standards in the countries in which they are located. Plants shall not exceed permitted load levels when effluents are discharged into public/municipal water treatment systems or pollute receiving water into which they are discharged. For plants that treat their own effluents and/or sewage in settling ponds or oxidation lagoons, water discharged into

sewer systems, canals or other waterways shall not cause deterioration of ambient conditions.

To eliminate the chance of disease transmission from effluents discharged to natural waters, plants should screen out solids and hold effluents in oxidation ponds or tanks before release. Steps shall also be taken to control odors.

Facilities shall verify that the quality of their discharge water complies with all permitted standards. Plants that discharge water directly into streams, rivers or estuaries shall have government permits authorizing the activity and test results that demonstrate they are in compliance with the standards. Samples should be taken during periods of processing, rather than inactive periods at the plant.

The BAP water quality criteria for processing plants are different from those for other aquaculture facilities because of the plants' common pretreatment of effluents before release. In addition, although effluents from plants can be more concentrated than those from other facilities, this is mitigated by the much lower volumes released by the plants.

For Additional Information

Global Aquaculture Advocate
Volume 3, Issue 5, 2000, pp. 61-66
"Effluent Composition and Water Quality Standards"
C. E. Boyd and D. Gautier

**Standard 4 – Environment
Storage and Disposal of Plant Supplies**

Fuel, lubricants, plant chemicals and potentially toxic or dangerous compounds shall be properly labeled, stored, used and disposed of in a safe and responsible manner.

Reasons for Standard

Processing plants regularly use a variety of chemicals and toxic substances that can cause damage to products, workers or the environment.

Gaseous ammonia and refrigerants can be dangerous to workers and contaminate the environment, while chemicals like sodium metabisulfite and chlorine, if not used at safe levels, are a potential hazard to both the health of workers and the safety of the plant's products. Fuel and oil spills, ammonia leaks and the improper use of pesticides and other chemicals can result in water pollution and cause toxicity to aquatic organisms and wildlife.

Implementation

Potentially toxic compounds and chemicals shall be properly labeled, stored and used according to instructions. All government regulations relating to the use or handling of the products shall be followed. Disposal of unwanted lubricants and outdated chemicals shall be carried out in a safe, responsible manner to prevent environmental contamination.

Oil leaks and spills from equipment should be prevented through good maintenance. Used oil and contaminated refrigerants should be removed and disposed of properly. Outdated chem-

icals and wastes collected after spills should be properly confined, labeled and disposed of in a safe place to avoid environmental damage or danger to animals or humans.

Hazardous chemicals such as insecticides, chlorides and sodium metabisulfite shall be stored in locked, well-ventilated, water-tight buildings. The buildings' concrete floors should slope to a center basin for containing spills. Warning signs shall be posted. Oxidants shall be stored in a safe area where they will not come into contact with diesel or other oils to avoid explosion. Secondary containment for fuel storage is required, and "flammable material" and "no smoking" signs shall be installed at fuel storage sites.

Procedures should be developed for managing spills or leaks of oil, fuel, gases, chemicals and other products. The equipment and supplies needed for managing and cleaning up these spills shall be readily available and accessible. Workers should be trained to properly use the equipment and handle the contained waste. In particular, ammonia shall be properly stored and workers who use it trained to handle the gas if it escapes into the atmosphere.

For Additional Information

**Sanitation Control Procedures for Processing
Fish and Fishery Products**
National Seafood HACCP Alliance – 2000

USDA NRCS AL Guide Sheet No. AL 701
Spill Prevention Control and Countermeasures
Available online at <http://www.al.nrcs.usda.gov/SOsections/Engineering/BMPIndex.html>

Standard 5 – Environment

Waste Management

Processing by-products, garbage, and paper and plastic refuse shall be disposed of in a sanitary, responsible and biosecure manner.

Reasons for Standard

Improper disposal of trash and garbage – especially processing by-products such as heads, scales, bones, shells, offal/ viscera, etc. – can create ecological nuisances in surrounding areas and attract rats, insects and other pests. Poorly handled processing by-products can also transmit diseases to wild aquatic stocks.

The smell of decomposition can become a serious nuisance for neighboring communities. Runoff from refuse piles can cause pollution and contaminate ground water.

Empty plastic bags and other containers do not decompose quickly. They can be a hazard to animals that become entangled in them.

Implementation

Processing by-products generally represent the largest challenge in waste disposal for plants, so a rigorous program of by-product removal shall be in place. Processing by-products shall be stored in covered containers or silos, removed frequently and disposed of properly.

Some by-products can be used as animal feed or dried for use as feed ingredients. If such uses are not suitable, the by-products shall be boiled, burned and/or buried at least two feet deep. If required by local authorities, plants must be properly licensed to dispose of wastes. Solid wastes should be removed before they become part of the facility effluent.

Trash and garbage may not be dumped on vacant land. Such waste shall be burned, composted or put in a landfill in accordance with local laws. Composting procedures shall not create odor problems or attract wild animals.

The BAP program encourages recycling of paper and plastic waste where it is possible. Effective management of these wastes depends upon the availability of convenient waste containers that are serviced at regular intervals.

For Additional Information

Environmental Engineering

P. A. Vesilind, J. J. Peirce, R. F. Weiner – 1994
Butterworth-Heinemann
Boston, Massachusetts, USA

Composting

U.S. Environmental Protection Agency
<http://www.epa.gov/compost/>

Standard 6 – Food Safety

Food Safety and Quality Assurance

Processing plants shall have a current HACCP plan and process control program to control food hazards and ensure product safety. Production process controls that ensure product quality shall be documented.

Reasons for Standard

To comply with European Commission Health and Consumer Protection Directorate General (EC/DG), United States Food and Drug Administration (USFDA) and Canadian Food Inspection Agency (CFIA) regulations, food production processors shall assure consumers that the food they produce is pure and wholesome, safe to consume and produced under sanitary conditions. To better protect consumers and assure food safety, EC/DG, USFDA and CFIA legally mandated in 1999 that the hazard analysis critical control point (HACCP) system be implemented for processing all seafood products sold in the European Community, United States and Canada.

HACCP and complementary standard sanitation operation procedures (SSOPs) are designed to minimize the risk of food safety hazards by controlling both the production process and the environment in which that process takes place. A complete HACCP plan includes SSOPs to ensure that processing plant environs are adequately cleaned and maintained. Although HACCP focuses primarily on risk-prevention measures implemented through the control of processes, in and of itself, a HACCP plan is inadequate to guarantee food safety without complementary SSOPs.

SSOPs are based on good manufacturing practices (GMPs, called codes of practice by the EC/DG) and are considered “nonprocess” environmental controls that prevent adulteration of products during processing through rigorous cleaning, sanitizing, plant maintenance, exclusion of pests, control of wastes and employee hygiene. The key to maintaining the safety and cleanliness of the plant environment is in controlling the movement of product, ingredients, packaging and personnel into and out of processing areas.

Examples of food hazards addressed by HACCP and common to most seafood processing facilities include:

- physical hazards
- microbiological contamination
- chemical contamination
- pesticides and drug residues
- natural toxins
- decomposition in scombroid toxin-forming species or any species where a food safety hazard such as histamine has been associated with decomposition
- hazards from mechanical processes (metal)
- parasites, where the processor has reason to know that the parasite-containing fish or fishery product will be consumed without a process sufficient to kill the parasite
- unapproved use of direct or indirect food and color additives, or use of adulterated food additives
- possible allergens
- contamination from nonfood-grade lubricants in processing equipment.

Sanitation Control Procedures

1. Ensure the safety of water and ice in contact with food and food contact surfaces.
2. All surfaces and substances in contact with food or in food production areas that might come in contact with product must be food grade and/or made of impermeable, easily cleaned and sanitized materials or materials that will not shatter and adulterate product. (Glass is an example of a material that can shatter and create a food hazard.)
3. Maintain and clean food contact surfaces, equipment and clothing.
4. Prevent cross-contamination between raw and cooked products and from unsanitary contact surfaces, clothing and equipment.
5. Maintain hand-washing and toilet facilities.
6. Protect food, packaging materials and food contact services from adulteration with chemical, biological and physical contaminants.
7. Properly label, store and use chemical and toxic compounds.
8. Control employee health conditions to avoid contamination of food, packaging or contact surfaces.
9. Exclude and control animal pests.
10. Remove all spoiled, decomposed or adulterated products and materials.
11. Monitor cleaning and sanitizing activities that directly contact food and food contact surfaces.
12. Verify the efficacy of cleaning and sanitation procedures, and food safety through product analysis carried out at a frequency specified by the processor and showing to ACC satisfaction that control is sufficient to prevent adulteration for those hazards the processor has identified as controlled by SSOPs.

Salmonella and other microbiological adulterants, as well as physical adulteration with glass, insects and other filth, may be controlled by SSOPs. Sanitation controls are as necessary as HACCP controls to assure the safety of all seafood products.

Since product quality is essential to maintaining value and food safety, certain controls must be used to meet consumer expectations and buyer specifications. Calibration of process-control instruments used at critical control points and periodic end-product or in-process testing are the responsibility of the processors.

Some important quality issues that often cause rejection by buyers are:

- decomposition
- presence of extraneous materials and filth
- product appearance, texture, taste and odor
- improper use and labeling of sulfites and moisture-retaining agents
- use of non-food grade or adulterated moisture-retaining agents
- mislabeling of product
- processing defects like short weight, off-count, lack of uniformity, dehydration and the presence of bone and/or skin in fish.

HACCP Requirements

1. Organizational charts of all processing plant employees, including management personnel.
2. Process flow chart showing all steps in the process including the addition of ingredients and additives.
3. Description of product and its presentation(s) that identify intended use(s) and method(s) of distribution.
4. Hazard analyses must include at least those hazards outlined in the "Potential Species-Related & Process-Related Hazards" section of the USDA/CFR Fish and Fisheries Products Hazards and Controls Guidance, and/or those outlined in the FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (Codex Standard 092-1981, Rev. 1-1995), depending on importing country and local regulations.
5. Preventative measures for each identified hazard at each critical control point.
6. Monitoring procedures for each identified hazard at each critical control point that include frequency, assignment of task, monitoring method and record-keeping method.
7. Corrective actions that will be implemented when a critical level has been exceeded for any identified hazard must be identified, implemented and monitored.
8. Verification procedures for all monitoring, corrective actions and preventative measures that demonstrate safety of product by revision of HACCP procedures through product analysis at a frequency specified by the processor and showing to ACC satisfaction that control is sufficient to prevent adulteration. Verification should include chemical testing of food additives for purity to assure only food-grade additives are used.
9. Recall procedures should be in place in case adulterated product leaves the processing plant.

Implementation

A current HACCP plan and SSOP manuals shall be available to the evaluator. The HACCP plan shall identify critical control points, preventative measures, monitoring and verification procedures, corrective actions, and product recall procedures. It shall also include information on the process itself through flow charts and organizational charts of management and employee authority structure.

The SSOPs shall specify how the processor cleans, sanitizes and maintains the facility in the condition required to ensure food safety, as well as outline procedures for maximum employee hygiene. "Adequate" SSOPs also include monitoring procedures for cleaning and sanitizing activities. See the tables above for necessary sanitation control procedures and minimum required HACCP hazard controls. The frequency of cleaning and sanitizing actions, and types of records used to monitor the sanitation control measures shall be stipulated in the processor's SSOP.

Processing facilities shall have a properly functioning metal detector in place to check all finished product.

Cross-contamination in seafood is one of the most common causes of foodborne illness. While being processed, product can be exposed to many potential sources of cross-contamination that can promote the growth of pathogens.

Common routes of cross-contamination include product-to-product transfer of bacteria from contaminated raw product to cooked or ready-to-eat product; equipment-to-product transfer of bacteria from contaminated equipment, work surfaces or utensils to food; and people-to-product transfer of bacteria from workers' bodies or clothes to product.

Cross-contamination can be prevented by effectively separating raw materials or ingredients from cooked or ready-to-eat products during processing, handling and storage; and controlling the movement of goods and people within the factory. Additional measures include the implementation of personal hygiene and contamination control training, procedures and cleaning systems at the plant and assuring that water and ice are free of pathogens.

Record keeping is the basic tool that an evaluator uses to audit a facility. Hence, complete and accurate documentation as outlined in the plant's HACCP/SSOPs is fundamental. For certification, plants shall make available updated records that show all monitoring, verification and corrective actions taken, and documentation for process and environmental/sanitation controls. These should be updated and shall be no less than 90% complete.

Adequate HACCP and SSOP programs include verification of sanitation and process controls through periodic testing for biological, microbiological and chemical contamination, mislabeled products and levels of additives. A particular concern of importing countries is adulteration with banned antibi-

otics such as chloramphenicol and nitrofurantoin and its derivatives. BAP requires that processing plants consider antibiotics in their hazard analyses and show that adulteration with these substances has been controlled and that the control has been verified.

Processing plants shall also maintain copies of supplier certificates from farms regarding growout and production hazards that assure the processor that no banned chemicals or antibiotics were used during farm production and that other chemical and antibiotic treatments were carried out in a responsible fashion. BAP strongly recommends that participating plants establish internal audit plans for verification of this data through laboratory analysis of incoming product.

During the audit, the ACC evaluator will examine the physical plant and review records to verify that the food safety and quality controls outlined in the plant HACCP and SSOPs are maintained, and that the controls meet the regulatory standards of USFDA, EC/DG and/or CFIA. The evaluator may also take finished product samples for laboratory analysis to verify standards compliance.

For Additional Information

Fish and Fisheries Products, Hazards and Controls Guidance

Environmental Chemical Contaminant and Pesticide Tolerances, Action Levels and Guidance Levels (Table 9-1)
Third Edition, June 2001

Current Good Manufacturing Practices in Manufacturing, Packing or Holding Human Food

Codes of Federal Regulations 21 — Part 110, Food and Drugs

Product Testing Verification Requirement

Random samples of finished product shall be analyzed for bacterial contamination and antibiotic residues by both the processing plant and third-party laboratories to verify that the control processes used by the plant are effective and finished products are safe and wholesome.

Reasons for Requirement

Particularly when dealing with ready-to-eat products, food processors must assure consumers that the food they produce is wholesome and safe. Programs established by the United Nations Food and Agriculture Organization, European Union, United States Food and Drug Administration, and other agencies require processors to implement plans and controls that maintain food safety. Verification is an ongoing review process that ensures plants' food safety plans function effectively.

BAP verification requires that random samples of finished product be collected and analyzed for compliance with BAP

standards by third-party laboratories. Analyses include microbiological testing for bacterial pathogens as well as analytical testing for antibiotic residues.

To reduce cost and improve efficiency, a two-tiered hierarchy of analytical testing is used. Most samples are analyzed locally using inexpensive "rapid screening" tests conducted by laboratories in each seafood-producing country. Less-frequent "confirmatory" tests using official methods are conducted by ISO-approved reference labs in each region. A list of approved local and reference laboratories is currently being compiled. Test frequency and procedures may be modified and tests added as needed, with notice given on the ACC website.

Implementation

Product analyses are carried out in three ways.

NEW APPLICANTS — Plants submit samples

As a prerequisite for certification, processing plants shall provide analyses of end product samples representing five lots for every product form collected during the previous six

Required Tests – Raw Seafood

Component	Limit	Acceptable Tests
Fecal coliforms	Less than 20 CFU/g	BAM, AOAC
<i>Staphylococcus aureus</i>	Positive for staphylococcal enterotoxin or <i>S. aureus</i> level equal to or less than 10^4 /g (MPN)	BAM, AOAC
<i>Salmonella</i> sp.	Presence of organism	BAM, AOAC FSIS
Chloramphenicol	Detectable limit, 0.3 ppb	Biopharm Ridascreen ELISA *
Nitrofurans	Detectable limit of component/metabolites, 1.0 ppb	Biopharm Ridascreen ELISA *
Malachite Green, Leucomalachite Green (for finfish)	Detectable limit, 2.0 ppb	LC/MS ⁿ or LC/VIS HPLC/MS/MS
Fluoroquinolones/Quinolones		
Sarafloxacin	Detectable limit, 1.25 ppb	HPLC/MS/MS
Ciprofloxacin	Detectable limit, 1.25 ppb	HPLC/MS/MS
Endrofloxacin	Detectable limit, 1.25 ppb	HPLC/MS/MS
Flumequine	Detectable limit, 2.5 ppb	HPLC/MS/MS (HPLC-FLD)
Oxolinic acid	Detectable limit, 2.5 ppb	HPLC/MS/MS (HPLC-FLD)

months. A lot is defined as a processed batch of shrimp or fish harvested from a single pond or other culture system on a single day. As defined in the tables above, tests required for raw, cooked and ready-to-eat products shall be conducted by third-party laboratories, and results shall be documented. Plants are responsible for testing costs related to certification.

ANNUAL AUDITS – Evaluator collects samples

During the auditing of processing plants, ACC evaluators or laboratory personnel authorized by ACC shall collect samples of each finished product and forward them to ACC-approved laboratories for testing. Each type of product produced shall have three samples, with one sample each from three different lots. Analytical results will be documented in the certification records, and copies will be sent to facilities. Plants are responsible for testing costs.

ONGOING IN-PLANT MONITORING

Once a plant is certified, ongoing in-plant testing is required to insure compliance. As shown in the table on page 24, the testing frequency is initially monthly, but reduces over time if results are within acceptable tolerances.

Required Tests – Cooked and Raw Ready-to-Eat Seafood

Component	Limit	Acceptable Tests
Fecal coliforms	Less than 10 CFU/g	BAM, AOAC
<i>Escherichia coli</i>	Enterotoxigenic <i>E. coli</i> (ETEC) – 1×10^3 ETEC/g, LT or ST positive; generic <i>E. coli</i> less than 5 CFU/g	BAM, AOAC
<i>Staphylococcus aureus</i>	Positive for staphylococcal enterotoxin or <i>S. aureus</i> level equal to or less than 10^4 /g (MPN)	BAM, AOAC
<i>Salmonella</i> sp.	Presence of organism	BAM, AOAC FSIS
<i>Listeria monocytogenes</i>	Presence of organism	BAM, AOAC
Chloramphenicol	Detectable limit	Biopharm Ridascreen (ELISA)*
Nitrofurans	Detectable limit of component/metabolites	Biopharm Ridascreen (ELISA)*
Malachite Green, Leucomalachite Green (finfish)	Detectable limit	HPLC/MS/MS LC/MS ⁿ or LC/VIS

* Ridascreen quick test for initial screening and LC/MS/MS for confirmation of positives.

CFU/g = Colony-forming units per gram sample

MPN = Most probable number

BAM = Bacteriological Analytical Manual

AOAC = Association of Official Analytical Chemists

FSIS = Food Safety and Inspection Service

ELISA = Enzyme-linked immunosorbent assay

LC/MS/MS = Liquid chromatography/mass spectrometry

LC/MSⁿ = Liquid chromatography/mass spectrometry

LC/VIS = Liquid chromatography/visual detection

HPLC = High-performance liquid chromatography

When composite testing is negative for six consecutive months, the frequency can be reduced to quarterly testing for each product form and species. If composite testing is negative for 12 months, testing frequency can be reduced to twice per year for each product form and species. If any test shows positive results, testing frequency reverts back to monthly on the component that tested positive, and ACC will require confirmation testing at third-party laboratories.

Sample collection and compositing is only to be done by properly trained individuals to prevent contamination of the product. If plants have a properly equipped laboratory and duly trained personnel, monitoring can be done by the plants. Alternatively, plants can submit samples to an independent lab.

Required Monthly Sampling for Bacterial Contamination and Antibiotics

Contaminant	Product Form	Species	Sampling Process	Tests Required
<i>Salmonella</i>	Raw	Shrimp	Composite 15, 25-g samples into 1, 375-g unit	1 x 3 lots
<i>Salmonella</i>	Ready-to-eat	Shrimp	Composite 30, 25-g samples into 2, 375-g units	2 x 3 lots
<i>Staphylococcus aureus</i>	Raw, cooked, breaded	Shrimp, fish	Composite 10, 25-g samples into 2, 125-g units	2 x 3 lots
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ready-to-eat	Shrimp, fish	Composite 10, 25-g samples into 2, 125-g units	2 x 3 lots
Chloramphenicol*	All types	Shrimp, fish	Composite 10, 25-g samples into 2, 125-g units	1
Nitrofurans*	All types	Shrimp, fish	Composite 10, 25-g samples into 2, 125-g units	1
Malachite Green, Leucomalachite Green*	All types	Fish	Composite 10, 25-g samples into 2, 125-g units	1

* Testing for chloramphenicol, nitrofurans, malachite green or leucomalachite green can be made from one 125-gram composite sample for either shrimp or fish.

Example process: Ready-to-eat shrimp

Aseptically collect 30 random samples of 25 grams each. Aseptically combine the samples into two 375-gram composite samples for testing. All samples must be properly marked according to the lot number and product type.

The analytical regimes shall consist of quick tests in the plant or at local laboratories for microbiological contamination and antibiotic residues. Confirmatory tests shall be conducted by ACC-approved regional reference laboratories using official protocols of the U.S. Environmental Protection Agency and Food and Drug Administration as specified in guidance documents.

Analytical results shall be recorded and tracked with corresponding lot numbers. Verification data shall be maintained and made available if requested by the Aquaculture Certification Council. ACC reserves the right to conduct a surprise audit at its own cost.

The detection of positive samples shall lead to immediate corrective action for the respective lots and a temporary increase in sampling frequency. In such cases, the facility shall document the source problem(s) and corrective actions taken, and make them available to ACC, if requested.

The Aquaculture Certification Council reserves the right to rescind the certified status of plants at which verification results are out of acceptable ranges. For the period during which the plants undergo corrective actions for contaminated product, the plants will be considered on probation and the BAP logo can not be used on packaging.

ACC will periodically review sampling frequencies, testing requirements and verification protocols to ensure product safety. If necessary, changes will be made in procedures to address deficiencies.

Traceability

Record-Keeping Requirement

To establish product traceability, the following information shall be recorded:

- farm name
- BAP-certified farm identification, if applicable
- species
- farm lot number
- BAP-certified processing plant identification
- date and time of product reception at plant
- plant lot number
- finished lot weight
- product form and count.

Additionally, processing plants shall maintain documentation records from producers that verify sources of postlarvae and feed use, and report chemical treatments. Plants shall also keep records of testing data for the presence of microbes, antibiotics and chemicals in raw seafood products.

As lots of seafood from certified farms are sold or shipped to buyers, the processing plant shall record:

- buyer name
- ACC buyer identification, if applicable
- lot quantity shipped
- shipping date
- invoice/transfer number.

The recipient of the product shall maintain all pertinent chain-of-custody records, including those related to shipment and invoicing.

Reasons for Requirement

Product traceability is a crucial component of BAP aquaculture facility certification. It interconnects links in the seafood production chain and allows each processed lot to be traced back to the culture system and inputs of origin. Results of food quality and safety analyses by accredited laboratories can also be included. Traceability ultimately assures the purchaser that all steps in the production process were in compliance with environmental, social and food safety standards.

Sample Processing Plant Product Traceability Form

PROCESSING PLANT		
ACC Plant Number		New Lot Number
Lot Weight		Species
Received From: FARM		Farm Lot Number
ACC Farm Number		Reception Time/Date
Postlarvae Source Statement Available? Y N	Feed Source Statement Available? Y N	
Chemical Treatments Statement Available? Y N		
Antibiotics Testing Statement Available? Y N	Heavy Metals/Pesticides Testing Statement Available? Y N	
Product Form/Count 1		Product Weight
Product Form/Count 2		Product Weight
Product Form/Count 3		Product Weight
Product Form/Count 4		Product Weight
		Total Finished Product Weight
Plant Analysis Results for Microorganisms	Results for Chemical/Antibiotic Residues	
Analysis Results for Finished Product	Analysis Results for Cooked Shrimp	
Sold To: BUYER		
ACC Buyer Number		Shipping Date
Lot Quantity Shipped		Invoice Number
Container Company/Number		Destination

Implementation

Participating processing plants can maintain paper records of the required data in notebooks or files using the sample Processing Plant Product Traceability Form above. If possible, the information should also be transferred to computer database files, with the original files kept to allow verification of the electronic data. The record-keeping process requires timely, organized, accurate entries ideally performed by a single clerk responsible for collecting the data and transferring it to the database.

All BAP-certified facilities shall also add this data via the Internet to the ACC online database developed by TraceRegister, Inc. TraceRegister securely stores and exchanges the product information necessary to satisfy BAP traceability and chain-of-custody requirements.

Adequate record keeping is only meaningful when combined with procedures that maintain lot separation. Incoming lots of product from BAP-certified farms shall not be stored, mixed or processed with lots from noncertified farms. A production lot is defined as the product harvested from one pond or culture unit on a single day.

Boxes and master cartons shall be accurately labeled, and primary box or bag packaging that is in direct contact with seafood shall be clearly marked with a lot identification number. Monitoring records for microbial and chemical analysis shall be provided for production lots.

PLANOS

BIBLIOGRAFÍA

[1] Arboleda José, “Teoría y práctica de purificación del agua”, McGraw Hill, 2000.

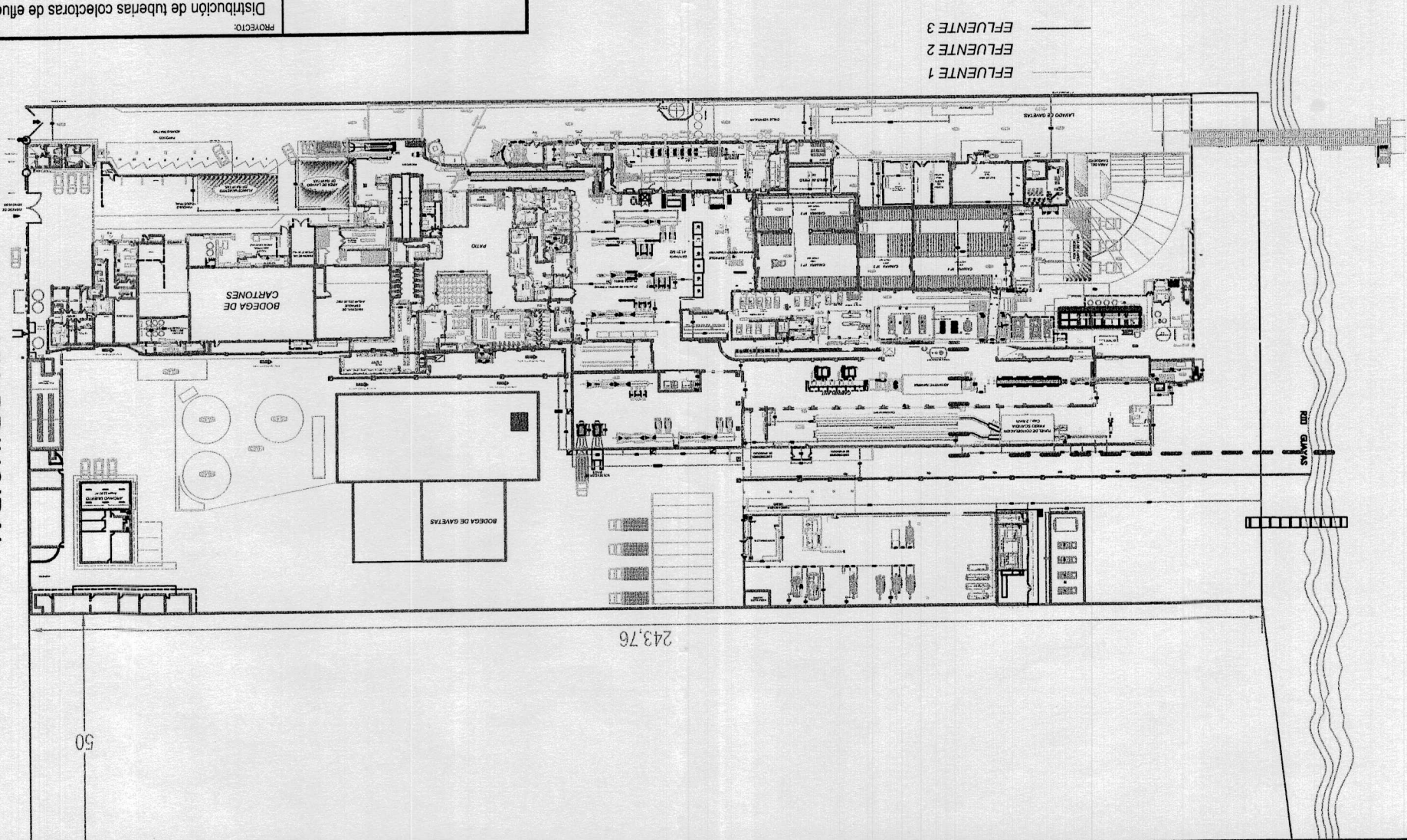
[2] Imhoff Karl, “Manual de saneamiento de poblaciones”, 22va edición, editorial Blume, 1996.

[3] Metcalf&Eddy, “Ingeniería de aguas residuales”, 3ra edición, McGraw Hill, México, 1996.

[4] Nalco Chemical, “Manual de agua, su naturaleza, tratamiento y aplicaciones”, tomo 1, McGraw Hill, 1996.

[5] Rígola Miguel, "Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales", Boixareu editores, 1998

[6] Rodríguez F. Antonio, "Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales", 1ra edición, Volumen 2, Elecé Industria Gráfica.



EFLUENTE 1
EFLUENTE 2
EFLUENTE 3

FIMCP-ESPOL

PROYECTO:

Distribución de tuberías colectoras de efluentes

CONTIENE:

Evacuación de efluentes

NOMBRE DE ARCHIVO:

Plano A1

DESENHO:

S. Canton

APROBADO:

E. Martinez

FECHA:

NOV/10

Plano No. A1



CIB-ESPOL

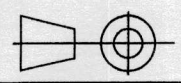
EFLUENTE 1
EFLUENTE 2
EFLUENTE 3

RIO GAYAS

VIA PRINCIPAL

50

FIMCP-ESPOL



PROYECTO: Distribución de tuberías colectoras de efluentes	
CONTIENE: Ubicación de PTAR dentro de las instalaciones de la empresa	
NOMBRE DE ARCHIVO: Plano D1	
DIBUJO: S. Carón	APROBADO: E. Martínez
FECHA: NOVI 10	PLANO No. D1