



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MENCIÓN: GESTIÓN DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE**

TESIS:
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

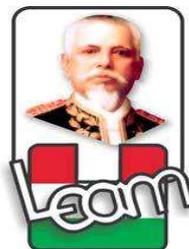
**“REDISEÑAR EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE GONDI S.A.”**

DIRECTOR DE TESIS:
ING. EDDIE SANTANA

AUTORES:
JOSE TRANQUILINO BERMEO REYES
VICTOR HUGO TRAVERSO MONTALVO

2011 - 2012

MANTA - MANABÍ - ECUADOR



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABI

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MENCIÓN: GESTIÓN DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE**

Tesis De Grado

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

TEMA:

**“REDISEÑAR EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE GONDI S.A.”**

AUTORES:

JOSE TRANQUILINO BERMEO REYES
VICTOR HUGO TRAVERSO MONTALVO

DIRECTOR:

ING. EDDIE SANTANA

2011 – 2012

MANTA - MANABÍ - ECUADOR

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO”
DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

TESIS DE GRADO

Sometida a consideración de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial:

La nota: _____ Equivalente a: _____

Ing. Leonor Vizuite G.
DECANA DE LA FACULTAD

Ing. Eddie Santana
DIRECTOR DE TESIS

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

Manta, _____ del 2012

Responsabilidad del Director de Tesis

En mi calidad de Director de Tesis. Certifico que el trabajo versado sobre "Rediseñar el sistema de tratamiento de aguas residuales de GONDI S.A."; ubicada en el cantón Montecristi, durante el período 2011-2012" presentado previo la obtención del título de INGENIERO INDUSTRIAL mención en GESTIÓN DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE, fue elaborado bajo mi dirección, orientación y supervisión; sin embargo, en el proceso investigativo los conceptos y resultados, son de exclusiva responsabilidad de los egresados, Bermeo Reyes José Tranquilino y Traverso Montalvo Victor Hugo.

Ing. Eddie Santana

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Con DIOS agradecido por haberme dado la oportunidad de disfrutar de una etapa más de mi vida.

Con mis padres por el constante e incondicional apoyo y su respeto a mis decisiones.

Con mis hermanos, por haber sido el soporte económico para mis hijos cuando yo no pude.

Con mi familia que aguantó las limitaciones de tiempo y mi mal genio durante este periodo.

Con la Ing. Leonor Vizúete por su leal y sincera amistad.

Con el Ing. Eddie Santana por su paciencia, amistad y compromiso para con este proyecto.

A Gondí, por las facilidades que me dieron, gracias Don Carlos Gonzales – Artigas Díaz.

Victor H. Traverso Montalvo

DEDICATORIA

Dedicado con mucho amor a mis tres hijos, Victor Alejandro que cambio mi vida y dio inicio a esta historia, Mariamne que me enamora con su rebeldía y Khael quien todos los días me enseña a mirar diferente.

A mi esposa Gabriela Ponce por su respeto, a mis padres Victor Hugo y Cecilia por ser un ejemplo de vida, a mis hermanos Jorge y María Cecilia por estar ahí, a mi amigo Eddie Santana por darme la oportunidad de hacerlo quedar bien.

A la Facultad de Ingeniería Industrial, por todo lo que me permitió aprender.

Victor H. Traverso Montalvo

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Industrial de la ULEAM, por la formación que nos dio, a todos nuestros profesores por ayudarnos a seguir adelante.

De una manera muy especial al Ing. Eddie Santana, director de nuestra tesis a quien respeto y considero como un gran amigo por su ayuda incondicional en todo momento.

A la Ing. Leonor Vizuite por su ayuda, su apoyo y siempre estar dispuesta a colaborarnos.

A Dios conjuntamente con mis padres por todo el esfuerzo, sacrificio, apoyo incondicional para poder realizarme como persona y profesional, ya que sin ellos no sería lo que soy; a todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron a lo largo de mi vida para culminar con éxito mis estudios universitarios.

José T. Bermeo Reyes

DEDICATORIA

A Dios.

A mi padre que siempre me ayudó en todo momento que le necesite, Sr. Vicente Bermeo.

A mi madre querida que siempre ha estado a mi lado apoyándome, Sra. María Reyes.

A mis hermanos que siempre vamos a estar juntos en las buenas y en las malas a los cuales los aprecio y los admiro, mis queridísimos hermanos, Cristhian y Kelvin Bermeo.

A mis queridísimos abuelos Justina Macías, Pascual Reyes E Iluminada Intriago.

A mis tíos paterno y materno.

A mis inolvidables e inseparables amigos que siempre me han estado apoyando Leo, Carlos, Ángeles Misioneros, Amigos de Manabí – Ecuador – Quito – Colombia – Perú – Alemania; y todos aquellos que han colaborado conmigo incondicionalmente.

José T. Bermeo Reyes

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, corresponden exclusivamente a los señores José Tranquilino Bermeo Reyes y Victor Hugo Traverso Montalvo; y el patrimonio intelectual de la misma a la FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL.

(Reglamento de Graduación de la ULEAM).

José Tranquilino Bermeo Reyes

Victor H. Traverso Montalvo

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar y rediseñar el sistema de tratamiento de aguas residuales de GONDI, de tal manera que su vertido final contribuya a mejorar el bienestar de la población actual; y además garantice la preservación del medio ambiente a través del cumplimiento de las normas pertinentes en la Ley de Aguas del Ecuador¹.

Durante el proceso investigativo se llevaron a cabo trabajos de muestreo compuesto para pruebas de laboratorio y análisis de resultados. Con la información obtenida se logró evaluar la eficiencia del sistema de tratamiento existente en cada una de sus etapas; posteriormente se hicieron investigaciones que nos ayuden a mejorar y desarrollar alternativas que se adapten al tipo de agua residual lograda de los diferentes procesos productivos.

Se mejoró el sistema de tratamiento primario, respetando la disposición de los canales de desbaste; calculando, diseñando y construyendo trampas de grasas de tres etapas. Se reubicó el tamiz vertical de sólidos existente y se mejoró la operatividad de la cisterna de homogenizado mediante la inserción de bacilos (bacterias).

¹ APENDICE B (Ley de Aguas – Capítulo II, Art. 22) – Pág. #158

Se diseñó un reactor biológico que ayude a mejorar el tiempo de retención hidráulica (TRH), y que a su vez optimice la degradación de la materia orgánica presente, mediante la inserción de micro burbujas de oxígeno.

Finalmente, con el objetivo de garantizar la calidad del agua vertida se mejoró el tratamiento terciario; implementando filtros de presión divididos en tres etapas, las mismas que contienen diferentes medios filtrantes; y en la tubería de vertido final se ubicó una bomba para dosificación de cloro que ayude a la desinfección del agua antes de su disposición final.

A lo largo de esta tesis, el lector se adentrará en los fundamentos de la investigación, para después describir a detalle el análisis, los procedimientos y resultados propuestos.

En el primer capítulo, se presenta la justificación de la investigación y los pasos necesarios para dar cumplimiento al objetivo planteado. En el segundo capítulo consiste en el diagnóstico actual en lo referente al consumo de agua y los factores contaminantes por área de proceso. El tercer capítulo describe, los criterios y fundamentos utilizados para la selección de la mejor alternativa para el tratamiento de las aguas residuales en Gondi S.A.

En el cuarto capítulo, se describe la propuesta en forma detallada, el desarrollo del rediseño, mejoramiento y cálculo de los nuevos elementos.

El quinto capítulo, hace referencia exclusiva a la evaluación financiera del proyecto y su inversión. El resultado del análisis financiero muestra al lector que de la inversión realizada se deriva un beneficio económico.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ABREVIATURAS.....	III
SIMBOLOGÍA.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE PLANOS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	24
CAPÍTULO 1	26
1 GENERALIDADES.....	26
1.1 Disposición de aguas residuales.....	26
1.2 Leyes y políticas generales sobre el ambiente.....	27
1.2.1 Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes:	
Recurso agua.....	27
1.3 Síntesis del proceso productivo.....	29
1.3.1 Pesca fresca.....	30
1.3.2 Pesca congelada.....	33
1.3.3 Conservas.....	36
1.4 Fundamentos del Impacto Ambiental.....	40
1.5 Calidad del Agua.....	41
1.5.1 Descripción del sistema de tratamientos de aguas residual existente.....	41
1.5.2 Puntos de identificación de la muestra: Afluente de la planta industrial.....	43

1.5.3 Recopilación de información existente acerca del sistema de tratamiento de agua residual.....	47
1.6 Definición del problema.....	51
1.6.1 Descripción del problema.....	51
1.6.2 Requerimientos del problema.....	52
1.6.3 Restricciones del problema.....	53
CAPITULO 2.....	55
2 ANALISIS Y EVALUACION DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	55
2.1 Información sobre el agua utilizada.....	55
2.1.1 Distribución porcentual de los consumos de agua.....	56
2.2 Descripción de los contaminantes del proceso.....	58
CAPITULO 3.....	59
3 SELECCIÓN DEL TIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	59
3.1 Tipo de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales..	60
3.2 Selección del tipo de planta de tratamiento de aguas residuales Para Gondi S.A. con ayuda de una matriz de decisión.....	62
3.2.1 Costos de instalación.....	63
3.2.2 Costo operativo.....	63
3.2.3 Facilidad de mantenimiento.....	63
3.2.4 Tiempos de depuración.....	64
3.2.5 Cantidad de lodos desechados.....	64
3.3 Ponderación.....	65
3.3.1 Resumen ejecutivo.....	66
3.3.2 Situación sin proyecto y posibles soluciones.....	69
3.3.2.1 Diagnostico de la situación existente.....	69

3.3.2.2 Localización geográfica del área de influencia.....	69
3.3.2.3 Aspectos sociodemográficos.....	70
3.3.2.4 Medidas de optimización.....	70
3.3.3 Evaluación Ambiental.....	71
3.3.3.1 Impactos sobre el agua.....	71
3.3.3.2 Impacto sobre la atmosfera.....	71
3.3.3.3 Impacto por ruido.....	72
3.3.3.4 Impacto por desechos sólidos.....	72
3.3.3.5 Impacto sobre el medio socio - económico.....	72
CAPITULO 4.....	74
4 REDISEÑO ESTRUCTURAL, MEJORAMIENTO DEL SISTEMA, CALCULO DEL REACTOR Y CALCULO DE FILTROS.....	74
4.1 Desarrollo del proceso.....	74
4.2 Rediseño estructural del sistema existente.....	74
4.3 Mejoramiento del sistema.....	76
4.3.1 Diseño de trampa de grasas.....	76
4.3.1.1 Determinación del caudal del efluente.....	76
4.3.1.2 Muestreo.....	77
4.3.1.3 Procedimiento de muestreo.....	77
4.3.1.4 Determinación de caudales.....	79
4.3.1.5 Características de la trama de grasa.....	81
4.3.1.6 Calculo trampa de grasa.....	83
4.3.1.7 Conclusión.....	89
4.3.2 Cisterna de compensación aireada.....	89
4.3.2.1 Análisis del sistema anterior.....	89
4.3.2.2 Volumen de la cisterna de homogenización.....	90
4.3.3 Reactor biológico (DAF).....	92

4.3.4 Filtro de presión.....	97
4.3.4.1 Diseño del filtro.....	97
CAPITULO 5.....	101
5 PRESUPUESTO PARA EL DISEÑO Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE GONDI S.A.....	101
5.1 Inversión.....	101
5.2 Financiamiento.....	102
5.3 Amortización.....	102
5.4 Capital de trabajo.....	104
5.5 Estructura del capital de trabajo.....	104
5.6 Estructura de la inversión Fija y su depreciación, seguro y mantenimiento.....	105
5.7 Evaluación financiera.....	108
5.7.1 Resumen de Costos y Gastos.....	108
5.7.2 Precio.....	109
5.7.3 Estado de resultado o de Pérdidas y Ganancias.....	110
5.7.4 Análisis financiero.....	111
5.7.5 Análisis de Sensibilidad.....	113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	115
Conclusiones.....	115
Recomendaciones.....	117
APENDICES.....	119
PLANOS.....	175

ABREVIATURAS

CIU	Clasificación Internacional Industrial Uniforme
TDS	Total de Solidos Disueltos
SST	Total de Solidos Suspendidos
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
PH	Potencial de Hidrogeno
N	Nitrógeno
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
TULAS	Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria

SIMBOLOGIA

Kg	Kilogramos
l	Litros
mm	Milímetro
m ³	Metros Cúbicos
Hp	Horse Power (Caballos de Fuerza)
cm	Centímetros
mg	Miligramos
seg	Segundos
min	Minutos
Q	Caudal
v	Volumen
L	Largo
a	Ancho
gl	Galones

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Esquema del proceso de elaboración de pesca fresca.....	31
Figura 1.1a	Area de proceso (pesca fresca).....	32
Figura 1.1b	Area de proceso (pesca fresca).....	32
Figura 1.2	Esquema del proceso de elaboración pesca congelada...	34
Figura 1.2a	Area de proceso (pesca congelada).....	35
Figura 1.2b	Area de proceso (pesca congelada).....	35
Figura 1.3	Esquema del proceso de elaboración de conservas.....	38
Figura 1.3a	Area de proceso (conservas).....	39
Figura 1.3b	Area de proceso (conservas).....	39
Figura 1.4	Tipos de impurezas presentes en el agua.....	43
Figura 1.5	Efluentes de aguas - área de proceso (pesca fresca).....	45
Figura 1.6	Efluente de aguas - área de conservas.....	45
Figura 1.7	Vista general del tratamiento existente.....	46
Figura 1.8	Vista del vertido final.....	46
Figura 1.9	Análisis Físico – Químico (abril 04/2012).....	47
Figura 1.10	Análisis Físico – Químico (abril 11/2012).....	48
Figura 1.11	Análisis Físico – Químico (abril 18/2012).....	49
Figura 2.1	Consumo general del agua.....	56

Figura 2.2	Representación gráfica.....	57
Figura 4.1	Diseño conceptual de la restructuración.....	75
Figura 4.2	Medición de tiempo (pesca fresca).....	78
Figura 4.3	Medición de tiempo (conservas).....	79
Figura 4.4	Esquema trampa de grasa.....	85
Figura 4.5	Dimensiones trampa de grasa.....	86
Figura 4.6	Perforación de trampa de grasa (área de conservas)....	87
Figura 4.7	Construcción trampa de grasa.....	87
Figura 4.8	Análisis de laboratorio luego de trampas de grasa.....	88
Figura 4.9	Dimensionamiento Biodigestor – DAF.....	96
Figura 4.10	Dimensionamiento Filtro de Presión.....	100
Figura 5.1	Inversión del Rediseño PTAR.....	101
Figura 5.2	Financiamiento del Rediseño PTAR.....	102
Figura 5.3	Tabla de amortización del Rediseño PTAR.....	102
Figura 5.4	Tabla de amortización detallada con cuotas mensuales Uniformes del Rediseño PTAR.....	103
Figura 5.5	Tabla de capital de Trabajo del Rediseño PTAR.....	104
Figura 5.6	Tabla de materia prima del Rediseño PTAR.....	104
Figura 5.7	Tabla de MOD y MOI del Rediseño PTAR.....	105
Figura 5.8	Tabla de Suministros del Rediseño PTAR.....	105
Figura 5.9	Tabla de la Construcción Nueva del Rediseño PTAR....	105

Figura 5.10	Tabla de Maquinaria y Equipos del Rediseño PTAR.....	106
Figura 5.11	Tabla de Equipos de Oficina; Muebles de Oficina; Equipos de Computación del Rediseño PTAR.....	106
Figura 5.12	Tabla de Depreciación, Seguros, Mantenimiento y Amortización de Gastos de Constitución de Rediseño....	107
Figura 5.13	Tabla de Resumen Costos y Gastos del Rediseño PTAR	108
Figura 5.14	Tabla de Resumen Costos y Gastos del Rediseño PTAR	109
Figura 5.15	Tabla de Estado de Resultados o de Pérdidas y Ganancias del Rediseño PTAR.....	110
Figura 5.16	Tabla de Flujos de Fondos del Rediseño PTAR.....	111
Figura 5.17	Tabla Evaluación Financiera del Rediseño PTAR.....	112
Figura 5.18	Tabla análisis de Sensibilidad, incremento de 5% en Costos y 5% en tasa de evaluación del Rediseño PTAR..	113
Figura 5.19	Tabla Análisis de Sensibilidad, reducción de ingresos de 5% en costos y 5% en tasa de evaluación del Rediseño PTAR.....	114

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Resumen de parámetros obtenidos en el vertido final (M2) durante el primer cuatrimestre del 2012.....	50
Tabla 2.1	Análisis porcentual.....	57
Tabla 2.2	Cuadro de procesos VS contaminantes.....	58
Tabla 3.1	Análisis comparativo de las plantas de tratamiento.....	65
Tabla 3.2	Impactos existente en el área de influencia GONDI S.A.	73
Tabla 4.1	Cuadro resumen de pruebas en tiempos de llenado.....	78

INDICE DE PLANOS

Plano A1	Distribución de tuberías recolectoras de efluentes	176
----------	--	-----

INTRODUCCION

Una de las problemáticas medioambientales más importante en el país es la contaminación de los ríos por vertido directo o indirecto de aguas residuales servidas, aguas residuales industriales sin ningún; o con deficiente grado de tratamiento hacia los cuerpos hídricos.

En el sector industrial se han construido algunos sistemas de tratamiento que no han sido debidamente evaluados; y sus diseños se han estandarizado en usos básicos de trampas de sólidos, tamices, filtros de presión e inoculación de bacilos. Los cuales se construyen mayoritariamente sin considerar los condicionamientos propios del proyecto como son: población, dotación, caracterización de la calidad de las aguas, cuerpo receptor, entre otros.

La planta procesa pescado y el agua residual descargada de las diferentes áreas productivas presenta altos contenidos de materia orgánica degradable. Lo que da una visión integral del problema, haciéndose necesaria la aplicación de soluciones multidisciplinarias que mejoren el proceso que depure estas aguas, previa a su descarga al río muerto.

Preocupados por el cumplimiento de sus obligaciones ambientales y luego de analizar el resultado de las últimas muestras compuestas obtenidas del vertido final de sus aguas residuales.

GONDI S.A., establece procedimientos para el análisis, caracterización y evaluación de operatividad en su existente sistema de tratamiento de aguas residuales industriales, para determinar las posibles causas que originan estos resultados.

De esta manera, la mejor forma de tratar las aguas residuales dependerá de una serie de factores característicos, tales como: el caudal, la composición, las concentraciones, la calidad requerida o esperada del efluente, las posibilidades de reutilización de la misma, las posibilidades de vertido a depuradoras municipales, tasas de vertidos, etc.

CAPITULO 1

1 GENERALIDADES

1.1 Disposición de aguas residuales

En el transcurso de la historia desde la edad media, las aguas residuales se han considerado como un problema ambiental y de salud pública, las mismas que deben eliminarse de la forma menos costosa y ofensiva posible, para lo cual se debe emplear sistemas de disposición final en el sitio y de descarga directa a cuerpos de agua superficiales, sin tratamiento alguno.

En el caso de las aguas residuales Industriales, las diferencias de unas con otras se hacen aún más patentes que en el caso de las aguas residuales servidas ya que los procesos industriales generan una amplia gama de vertidos contaminantes; muy diferentes en cantidad y calidad, que pueden tener orígenes muy diversos, como por ejemplo:

- a) Aguas usadas como medio de transporte.
- b) Aguas de lavado y enjuague.
- c) Transformaciones químicas que usan el agua como disolvente.

En general, entendemos por aguas residuales industriales, aquellas que se generan en cualquier actividad o negocio como consecuencia de utilizar el agua en sus procesos de producción, transformación o manipulación. Se incluyen en esta definición los líquidos residuales, las aguas de proceso y las aguas de refrigeración.

1.2 Leyes y políticas generales sobre el ambiente

La Constitución Política de la República del Ecuador reconoce a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, 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.

1.2.1 Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua

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, otras fuentes y las fuentes subterráneas son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible.

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 AGUA² determinan 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 mismos, 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 está prohibida.

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.

² APENDICE A (Norma de Calidad Ambiental) – Pág. #143

1.3 Síntesis del proceso productivo

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".

Gondi S.A. dedica su línea de producción a la manufactura, importación y comercialización de una amplia variedad de especies de mar (pescado fresco, congelado y en conservas).

A continuación se esquematiza lo anteriormente mencionado y se hace una descripción en forma general de los procesos productivos.

En los esquemas de las figuras 1.1, 1.2 y 1.3, se detallan los flujos de las operaciones necesarias para la transformación de productos.

Se ha tomado en cuenta los principales procesos, sin especificaciones propias de cada producto, debido a que no es de significativa importancia para el estudio.

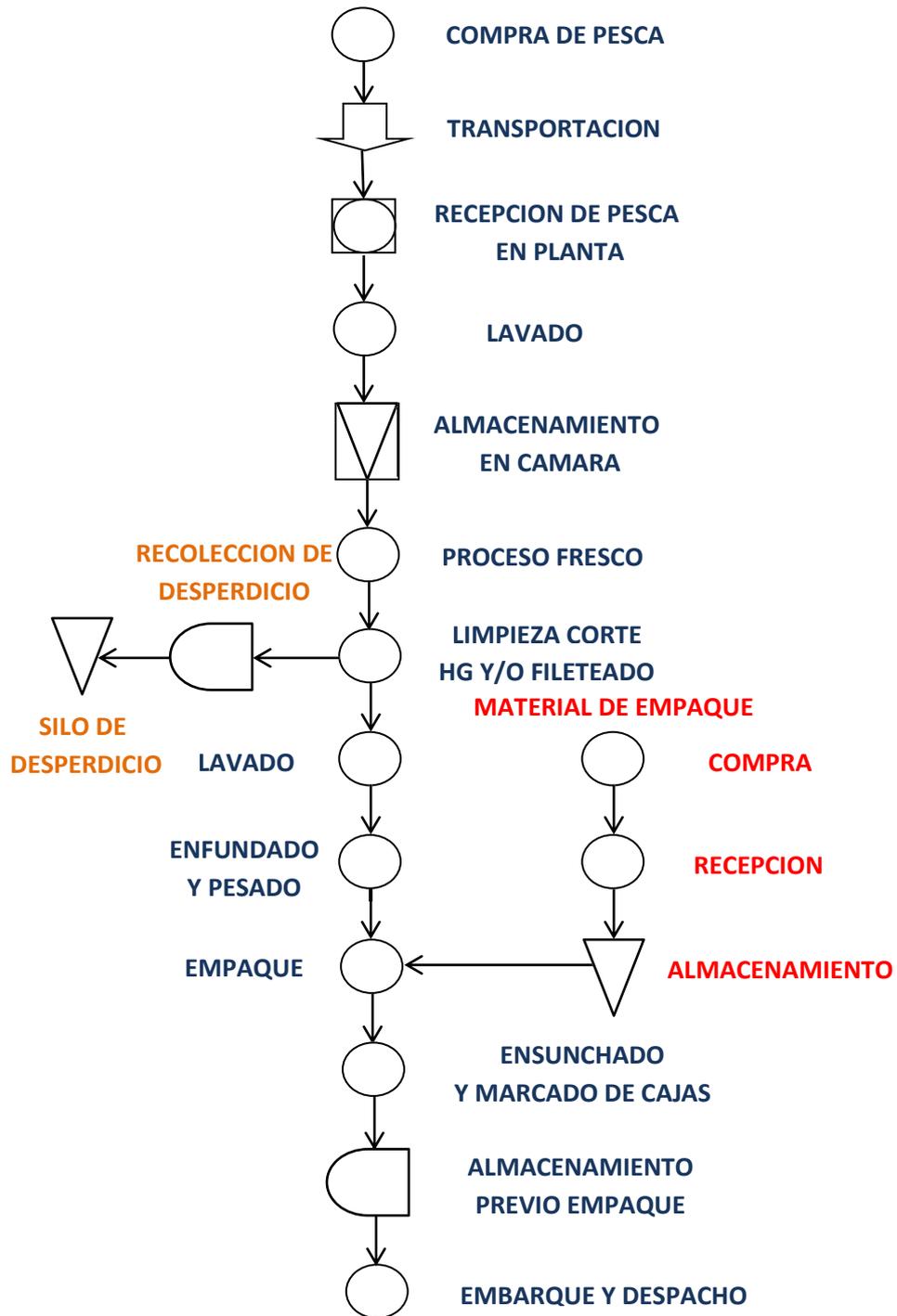
1.3.1 Pesca fresca

A pocas horas de realizarse la pesca, comienza un mecanismo de logística marítima, terrestre y aérea que entrega en las instalaciones de nuestros clientes el pescado fresco, según sea la característica de exportación se realiza el corte adecuado de cabeza y cola.

En caso de ser filete este es cortado de acuerdo a las exigencias del cliente.

La siguiente etapa del proceso es la limpieza con agua; luego se pesan las piezas, se enfunda y se empaca en la correspondiente caja para ser almacenado en la cámara de mantenimiento hasta que se realice el envío.

Figura 1.1 Esquema del proceso de elaboración de pesca fresca



Fuente: Información interna - GONDI S.A.



Figura 1.1a Area de proceso (pesca fresca)



Figura 1.1b Area de proceso (pesca fresca)

1.3.2 Pesca congelada

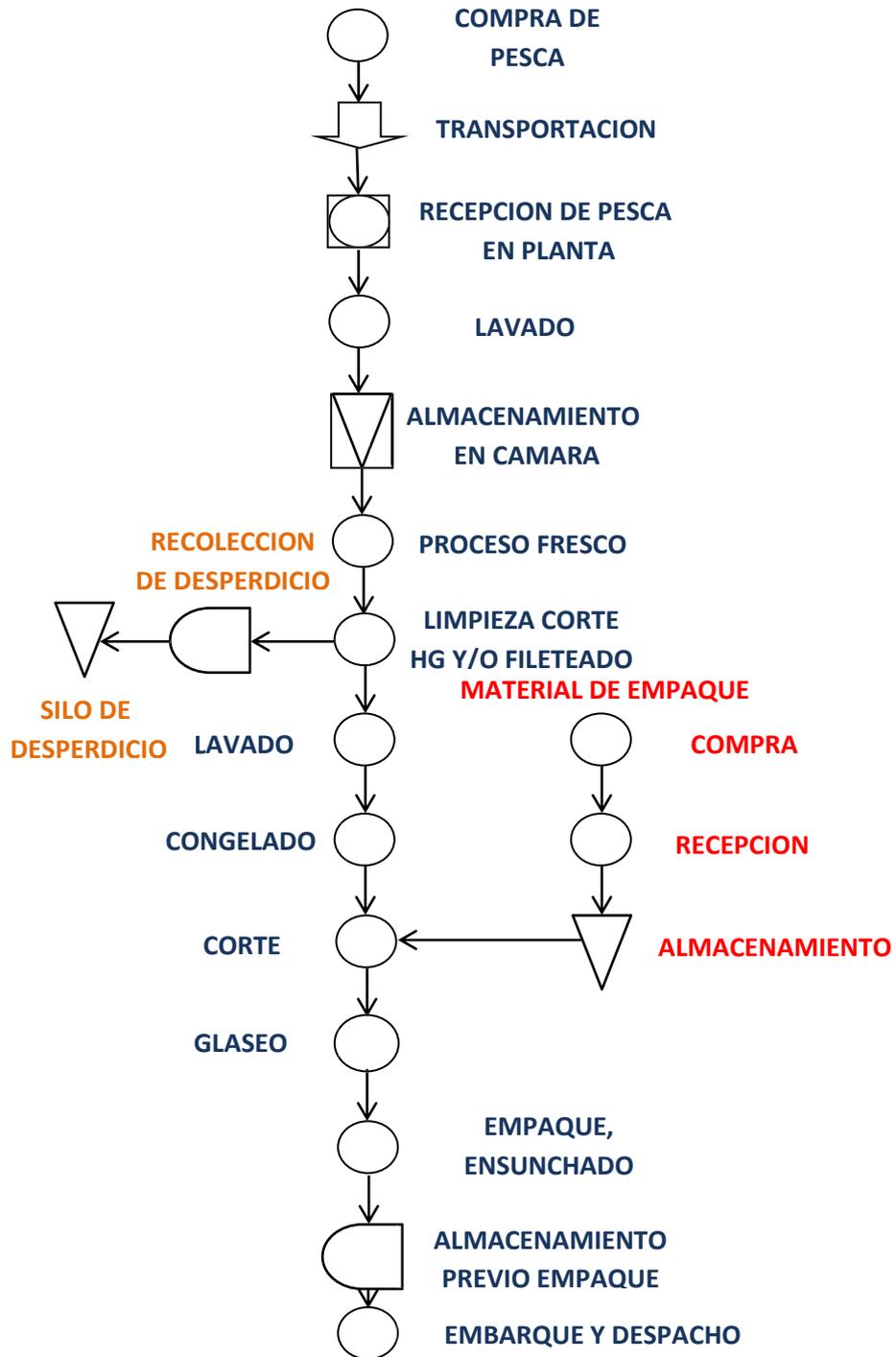
Este tipo de procesos empieza con la compra del producto en los distintos centros de acopio de pesca. Hecha la negociación el proveedor de pesca hace la entrega en las instalaciones de GONDI.

El producto pasa por una precalificación organoléptica, mientras el Dpto. de Control de calidad con la toma de las respectivas muestras realiza el análisis de histamina.

Aceptada la calidad del producto, este es pesado e ingresado a la pre cámara de materia prima. Seguidamente según sea la programación productiva, el producto es clasificado y colocado en bandejas de hasta 10kg para posteriormente ser llevado hacia los túneles de congelamiento.

Terminado el proceso de congelamiento el producto es retirado de los moldes, glaseado, pesado y colocado en fundas; para luego ser empacado en cajas y sellado. Las cajas son estibadas en pallets que finalmente serán almacenados en la cámara de producto terminado hasta su respectiva exportación.

Figura 1.2 Esquema del proceso de elaboración de pesca congelada



Fuente: Información interna - GONDI S.A.



Figura 1.2a Area de proceso (pesca congelada)



Figura 1.2b Area de proceso (pesca congelada)

1.3.3 Conservas

Este tipo de procesos empieza desde la compra del producto en los distintos centros de acopio de pesca. Hecha la negociación el proveedor de pesca hace la entrega del producto en las instalaciones de GONDI.

El producto pasa por una precalificación organoléptica, mientras el Dpto. de Control de calidad con la toma de las respectivas muestras realiza el análisis de histamina.

Aceptada la calidad del producto, este es pesado e ingresado a la pre cámara de materia prima, posteriormente será clasificado, eviscerado o congelado en bloques de 10kg; y luego se almacenan en la cámara de producto terminado hasta ser retirado para el proceso productivo de envasado.

Seguidamente según sea la programación productiva, el producto es distribuido en la mesa de llenado, donde es colocado en envases (oval, tinapá, tall) para su ingreso al cocinado. Finalizada la cocción, mediante el uso de sistema de transportación (bandas), el envase es escurrido en el volteador y continua hasta ser llenado (liquido de cubierta, pasta de tomate, aceite, agua) para ser sellado.

Las latas se distribuyen en el interior de los coches de autoclave para luego ser sometidas a un proceso de esterilización. A la salida del proceso las latas son retiradas para ingresar a la etapa de lavado y secado.

Finalmente las latas se distribuyen de manera homogénea sobre el pallet hasta completar un stock de entre 1,2 - 1,5 toneladas para posteriormente ser puestas en observación (cuarentena). Luego de 15 días de observación los envases son etiquetados y puestos en caja para su respectiva exportación.



Figura 1.3a Area de proceso (conservas)



Figura 1.3b Area de proceso (conservas)

1.4 Fundamento del Impacto Ambiental

En los próximos años Montecristi enfrentará los problemas derivados del crecimiento de la demanda, sobreexplotación; escasez del agua y de no atenderse pueden imponer límites al desarrollo económico y al beneficio social del país.

Ante ello, se requieren acciones que ayuden a utilizar el agua de manera eficiente, garantizando el desarrollo sustentable y la preservación del medio ambiente. Es decir, la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras.

En específico, uno de los objetivos del rediseño, es el manejo integral y sustentable del agua y una de sus estrategias la expansión de la capacidad de tratamiento de aguas residuales en Montecristi y el uso de aguas tratadas.

La evaluación socioeconómica de proyectos de inversión permite asegurar que los recursos privados se utilicen de forma eficiente y tengan una alta rentabilidad social y económica que impulsen el desarrollo regional, sectorial y nacional.

1.5 Calidad del Agua

1.5.1 Descripción del sistema de tratamientos de agua residual industrial existente

Durante el proceso productivo. Las aguas residuales que se generan del mismo son transportadas hasta el sistema de tratamiento de aguas residuales, pasando por tres procesos definidos de la siguiente manera:

Etapas primarias:

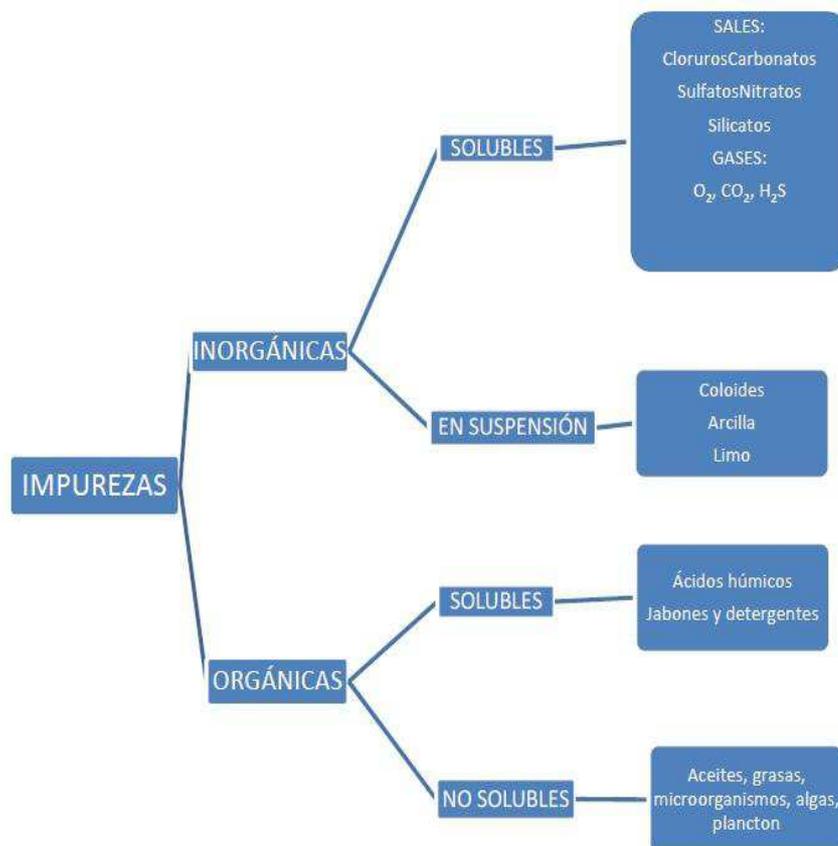
- Rejillas de desbastes ubicadas sobre los canales de evacuación de aguas que se encuentran en el interior de cada una de las áreas del proceso productivo.
- Cajetines para retención de sólidos gruesos dispuesto entre los canales de evacuación que se ubican en el interior de las diferentes áreas del proceso productivo; así como también en el perímetro externo de la edificación.
- Tamiz vertical estático. Permite la eliminación de sólidos suspendidos de tamaño mayor a 0,5mm. Capacidad 180 gl/min.

Etapa secundaria:

- Cisterna para homogenización de agua residual industrial con capacidad de 40m³ cúbicos, equipada con un soplador (Blower) accionado por motor eléctrico de 7,5 Hp para inyección de aire.
- Tanques para inoculación de bacilos equipados con válvulas de accionamiento mecánico para descarga.

Etapa terciaria:

- Bomba sumergible de 10 Hp ubicada en el interior de la cisterna de homogenización.
- 2 filtros de presión automáticos con arena como medio filtrante.

Figura 1.4 Tipos de impurezas presentes en el agua

Elaborado: Jose Bermeo / Victor H. Traverso

1.5.2 Puntos de identificación de la muestra: Afluente de la Planta Industrial

Los sitios de muestreos escogidos se ubican en las salidas de los efluentes de las distintas áreas del sistema productivo antes de ingresar al sistema de tratamiento de aguas residuales. Otro de los sitios considerado, será la zona de descarga del vertido final hacia el río muerto.

Los muestreos ejecutados permiten caracterizar la calidad física, química, bacteriológica y biológica de las aguas, además de analizar la calidad de las mismas en la salida del sistema de tratamiento existente contrastando los resultados con las normas de calidad vigentes en el país.

Entre los parámetros analizados se tienen: PH, TDS, SST, Aceites y grasas; como parámetros físicos. Tenemos DBO₅, DQO, para caracterización biológica; NMP total y E. Coli, para determinación bacteriológica.

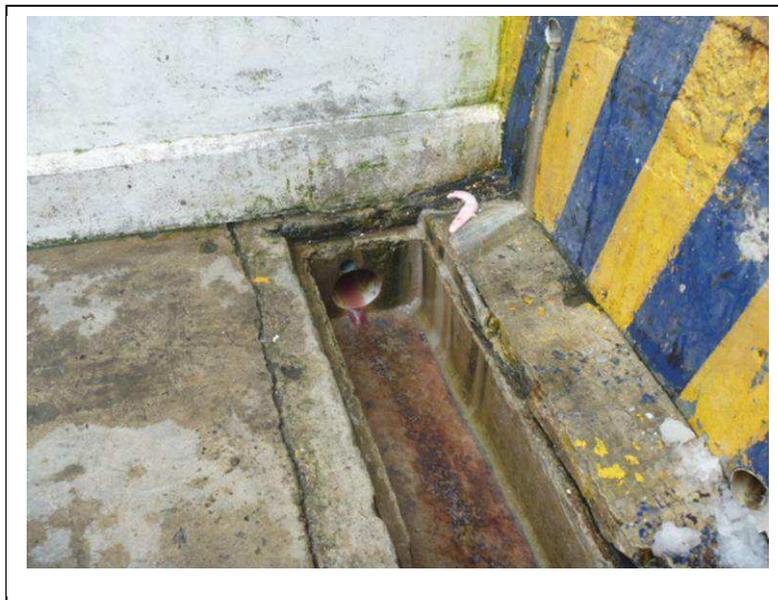


Figura 1.5 Efluente de agua - área de proceso (pesca fresca)



Figura 1.6 Efluente de agua - área de conservas



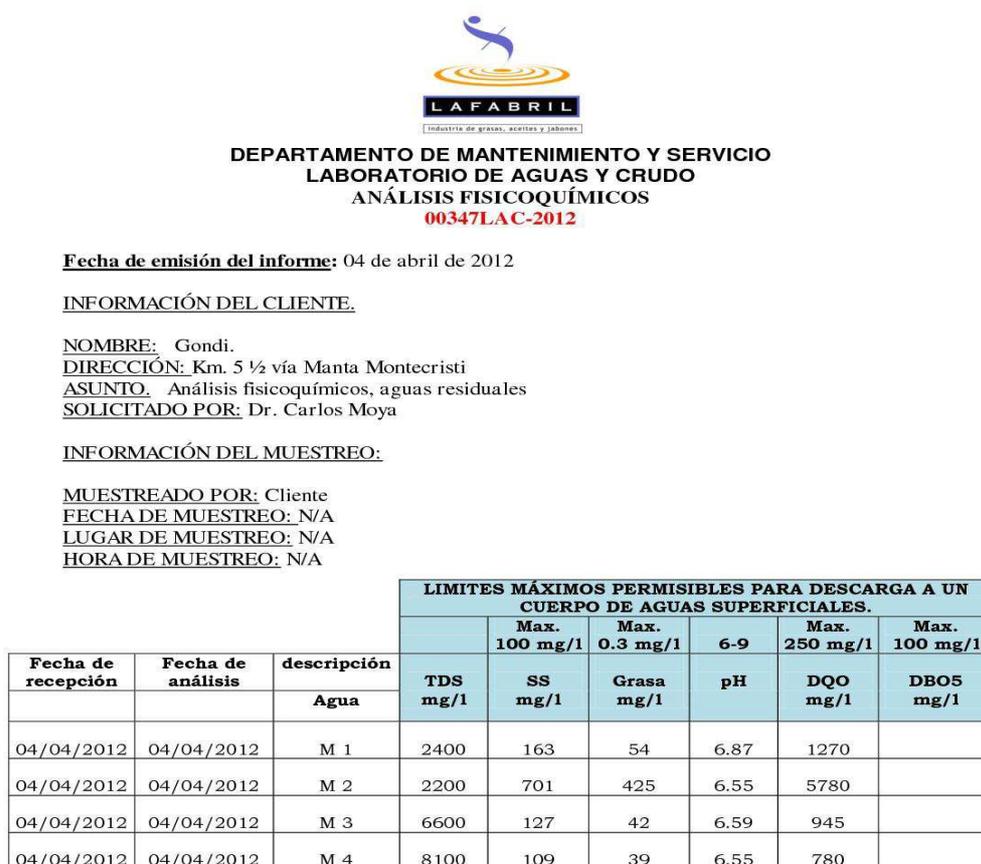
Figura 1.7 Vista general del tratamiento existente



Figura 1.8 Vista del vertido final

1.5.3 Recopilación de información existente acerca del sistema de tratamiento de agua residual.

Figura 1.9 Análisis Físico – Químicos



OBSERVACIONES:

Atentamente,

 Carlos Moreira Mendoza.
Analista.

Figura 1.10 Análisis Físico – Químicos



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y SERVICIO
LABORATORIO DE AGUAS Y CRUDO
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS
00346LAC-2012

Fecha de emisión del informe: 11 de abril de 2012

INFORMACIÓN DEL CLIENTE.

NOMBRE: Gondi.

DIRECCIÓN: Km. 5 ½ vía Manta Montecristi

ASUNTO: Análisis fisicoquímicos, aguas residuales

SOLICITADO POR: Dr. Carlos Moya

INFORMACIÓN DEL MUESTREO:

MUESTREADO POR: Cliente

FECHA DE MUESTREO: N/A

LUGAR DE MUESTREO: N/A

HORA DE MUESTREO: N/A

Fecha de recepción	Fecha de análisis	descripción	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA DESCARGA A UN CUERPO DE AGUAS SUPERFICIALES.					
			Max. 100 mg/l	Max. 0.3 mg/l	6-9	Max. 250 mg/l	Max. 100 mg/l	
		Agua	TDS mg/l	SS mg/l	Grasa mg/l	pH	DQO mg/l	DBO5 mg/l
11/04/2012	11/04/2012	M 1	2800	218	78	6.91	1366	455
11/04/2012	11/04/2012	M 2	2400	979	658	6.36	6819	2273
11/04/2012	11/04/2012	M 3	7500	904	624	6.69	6471	2139
11/04/2012	11/04/2012	M 4	9200	336	91	6.46	1897	632

OBSERVACIONES:

Atentamente,

Carlos Moreira Mendoza.
Analista.

Figura 1.11 Análisis Físico – Químicos



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y SERVICIO
LABORATORIO DE AGUAS Y CRUDO
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS
00329LAC-2012

Fecha de emisión del informe: 18 de abril de 2012

INFORMACIÓN DEL CLIENTE.

NOMBRE: Gondi.
DIRECCIÓN: Km. 5 ½ vía Manta Montecristi
ASUNTO: Análisis fisicoquímicos, aguas residuales
SOLICITADO POR: Dr. Carlos Moya

INFORMACIÓN DEL MUESTREO:

MUESTREADO POR: Cliente
FECHA DE MUESTREO: N/A
LUGAR DE MUESTREO: N/A
HORA DE MUESTREO: N/A

Fecha de recepción	Fecha de análisis	descripción	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA DESCARGA A UN CUERPO DE AGUAS SUPERFICIALES.					
			Max. 100 mg/l	Max. 0.3 mg/l	6-9	Max. 250 mg/l	Max. 100 mg/l	
		Agua	TDS mg/l	SS mg/l	Grasa mg/l	pH	DQO mg/l	DBO5 mg/l
18/04/2012	18/04/2012	M 1	3300	502	458	7.02	4353	-
18/04/2012	18/04/2012	M 2	2200	346	560	6.91	4815	-
18/04/2012	18/04/2012	M 3	10000	379	426	6.94	4343	-
18/04/2012	18/04/2012	M 4	8000	222	95	7.09	1173	-

OBSERVACIONES:

Atentamente,

Nelson A. Mera García.
Analista.

Los análisis tomados durante el mes de Abril del 2012 (Departamento de Mantenimiento y Servicio / Laboratorio de Aguas y crudo), muestran las características físico químicas que presenta el agua residual industrial vertida por cada área de proceso.

M1: Efluente de agua (cisterna de homogenizado)

M2: Efluente de agua (vertido final)

M3: Efluente de agua (conservas)

M4: Efluente de agua (pesca fresca)

Tabla 1.1 Cuadro comparativo del vertido final (M2) vs valor de la norma ambiental - primer cuatrimestre del 2012.

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR EMPRESA				VALOR NORMA AMBIENTAL	CONDICION
			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL		
PH	Unidades de PH	-	6,94	7,52	7,93	6,6	6,8 - 8,2	CUMPLE
Total de solidos disueltos	TDS	mg/l	2875	5048	3176,7	2266,7	20	NO CUMPLE
Total de solidos suspendido	SST	mg/l	413,25	328,25	392,4	675,3	220	NO CUMPLE
Aceites y grasa	Sustancias solubles en Hexano	mg/l	342,75	151,25	41,4	547,7	100	NO CUMPLE
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO5	mg/l	320	260,75	471,75	N/D	250	NO CUMPLE
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	1154,5	1057,5	1137,7	5804,7	500	NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio de Aguas y Tratamientos La Fabril S.A.

Al observar los resultados presentados en la Tabla 1.1 se evidencia fácilmente cuales son los parámetros que NO CUMPLEN la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua³.

³ APENDICE A (Norma de Calidad Ambiental) – Pág. #145

1.6 Definición del problema

1.6.1 Descripción del problema

A diferencia de las aguas residuales servidas, 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.

En la empresa tema del estudio, los caudales de las aguas residuales son recolectados por medio de tuberías hasta la cisterna de homogenización para luego ser sometidos a procesos simples de tratamientos y finalmente ser descargados en el río Muerto.

Del análisis de información existente se puede afirmar que el sistema es completamente ineficiente, quedando evidenciado que los valores registrados contienen altos niveles de carga orgánica.

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

1.6.2 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 o sistemas de alcantarillado público. Estos tratamientos contemplan una serie de procesos y equipos específicos que ayuden a la empresa con el cumplimiento de los parámetros establecidos por la ley sin realizar un perjuicio irreversible al medio ambiente.

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

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

- Se mejoraran y desarrollarán los procesos y tratamientos para mitigar los efectos de los efluentes en su descarga que cumplan con las Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público⁵.
- Se calculará la capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Se realizará el presupuesto de la planta de tratamiento de aguas residuales.

1.6.3 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 junto con personal capacitado llevar a cabo las labores de operación y mantenimiento.

Asimismo, se deben seleccionar 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.

⁴ APENDICE A (Norma de Calidad Ambiental (Tabla #11) – Pág. #145

Por tal motivo se debe registrar datos correctos sobre la utilización del recurso agua, y las conclusiones que se obtengan del análisis físico - químico que se le realice al efluente, serán la base para la selección de los procesos a aplicar en el sistema de tratamiento de aguas residuales.

CAPITULO 2

2 ANALISIS Y EVALUACION DEL PROCESO PRODUCTIVO

2.1 Información sobre el agua utilizada.

Durante los meses de investigación, se observó que la empresa Gondi S.A., recibía de cuatro fuentes su provisión de agua.

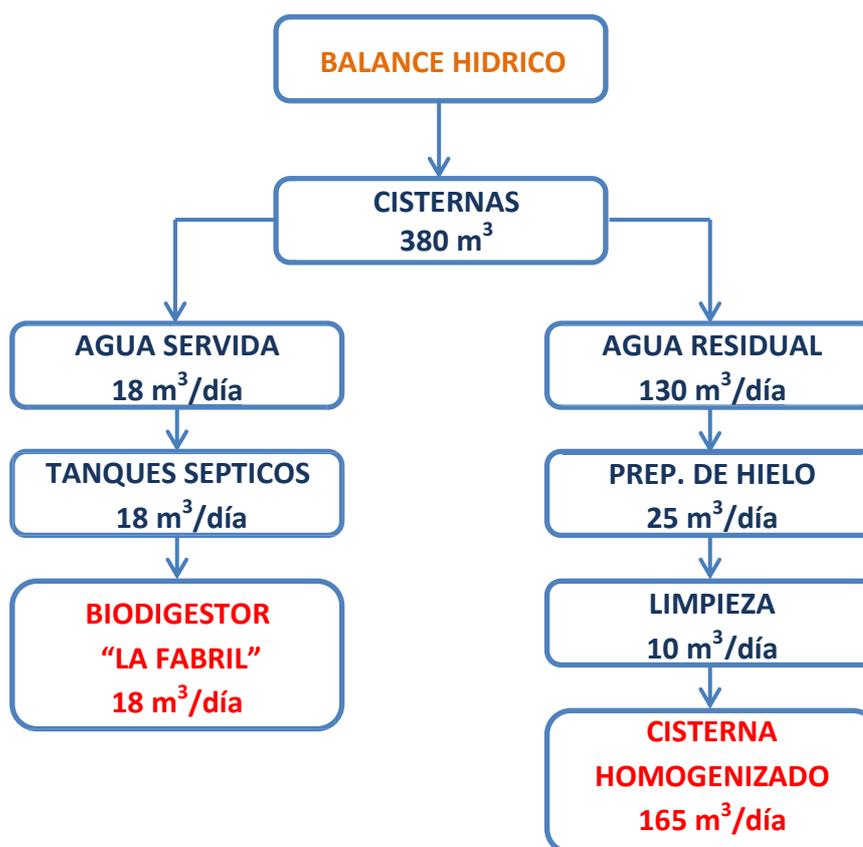
- Abastecimiento de agua potable (EPAM) tratada en la estación del CEIBAL bombeada a través de las tuberías hasta tanque Azua - Colorado.
- Tanqueros que se abastecen de agua en Tanque azua.
- Tanqueros que se abastecen de agua tratada de pozo, proveniente del sector de los bajos.
- Agua de pozo tratada en sistema de Osmosis Inversa.

La reserva de estas aguas se hace en dos cisternas cuyas capacidades de almacenamiento son de 260m^3 y 120m^3 respectivamente. El abastecimiento para el uso en planta y consumo de personal se lo hace a través de sistemas hidroneumáticos.

2.1.1 Distribución porcentual de los consumos de agua

Este tipo de empresas generalmente demandan un alto consumo de agua potable en sus procesos productivos. Los cuales guardan siempre relación directa con el tamaño de la planta, tipo de proceso productivo y optimización de limpieza. El consumo industrial de agua promedio de GONDI S.A., se basa en las estadísticas y mediciones de la empresa; distribuyéndose de la siguiente manera:

Figura 2.1 Consumo general del agua

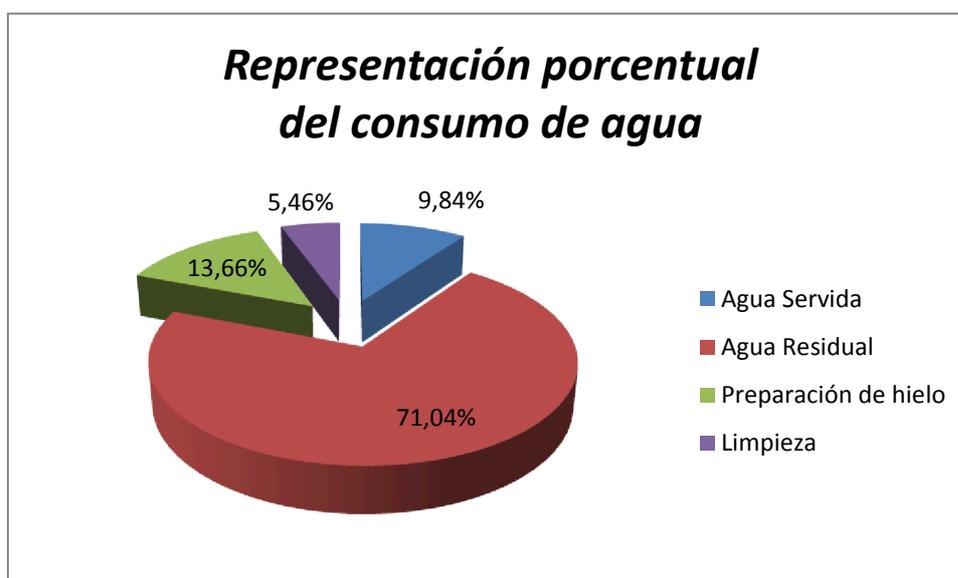


Elaborado: Jose Bermeo / Victor H. Traverso

Tabla 2.1 Análisis porcentual

CONSUMO DE AGUA	m3/día	VALOR PORCENTUAL DE LOS CONSUMOS
Agua Servida	18	9,84
Agua Residual	130	71,04
Preparación de hielo	25	13,66
Limpieza	10	5,46

Elaborado: Jose Bermeo / Victor H. Traverso

Figura 2.2 Representación gráfica

Elaborado: Jose Bermeo / Victor H. Traverso

2.2 Descripción de los contaminantes del proceso

Tabla 2.2 Cuadro de procesos vs contaminantes

CUADRO DE PROCESOS VS CONTAMINANTES Y SUS EFECTOS EN LA INDUSTRIA GONDI S.A.								
Proceso	Agente Contaminante	Naturaleza					Residuo que Genera	Efecto
		Suspensión	Orgánico	Inorgánico	Soluble	Insoluble		
<u>Recepción de Materia prima</u>	Residuo de pescado	X					Sanguaza	Malos olores, interfiere el sistema
<u>Proceso pesca fresca</u>	Residuos líquidos	X					Lixiviados	Mal olor
	Aletas y agallas		X			X	Aceites y grasas	Forma natas, taponan filtros
	Arena			X			Sales disueltas	Interfiere el sistema
	Visceras		X				Materia Orgánica sólida	Mal olor, interfiere el sistema
	Residuos sólidos	X		X		X	Bandas plásticas	Residuos no peligrosos
<u>Proceso pesca congelada</u>	Residuos líquidos	X					Lixiviados	Mal olor
	Arena			X			Sales disueltas	Interfiere el sistema
<u>Congelamiento</u>	Residuos líquidos	X					Lixiviados	Mal olor
<u>Empaque</u>	Residuos líquidos	X					Lixiviados	Mal olor
	Arena			X			Sales disueltas	Interfiere el sistema
	Residuos sólidos	X		X		X	Bandas plásticas	Residuos no peligrosos
<u>Conservas</u>	Líquido de pescado	X	X		X		Materia orgánica líquida	Forma natas, interfiere el sistema
	Vapor	X	X		X		Vapor de pescado	Malos olores
	Residuos de pescado		X			X	Sales disueltas	Eutroficación, PH
	Aceites de pescado		X			X	Fosfatos	Espumas, grasas
	Detergente alcalino			X	X		STA	Transferencia de oxígeno, muerte de vida acuática

Elaborado: Jose Bermeo / Víctor H. Traverso

CAPITULO 3

3 SELECCION DEL TIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La selección del mejor tipo de tratamiento para cualquier fábrica, ha de guiarse por dos consideraciones: una, que incluye los aspectos normales de volumen, naturaleza de los vertidos y el tratamiento necesario; la otra, que tenga en cuenta las condiciones especiales de número y duración de los periodos de elaboración.

Del análisis de la tabla 1.1, se concluye que el sistema actualmente utilizado para el tratamiento de aguas residuales de GONDI S.A. **NO GARANTIZA** la eliminación o recuperación del compuesto orgánico en el grado requerido por la legislación que regula el vertido del efluente (TULAS)⁵.

Con este antecedente se plantea mejorar las etapas, optimizando los métodos de eliminación no destructivos utilizados; e implementando un método destructivo (tratamiento biológico) que ayude a disminuir la carga orgánica existente. Además se replantea la ubicación de los equipos existentes en el futuro sistema para tratamiento de aguas residuales.

⁵ APENDICE A (Norma de Calidad Ambiental) – Pág. #120

3.1 Tipo de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

Dependiendo del tipo de tratamiento que usen, las Plantas para Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) pueden ser de dos tipos:

Físico – químicas:

Este tipo de tratamientos tiene como finalidad mediante la adición de ciertos productos químicos, romper la estabilidad de las partículas coloidales y poderlas separar realizando tres operaciones: Coagulación, floculación y decantación o flotación posterior.

En este tipo de PTAR el agua llega a la planta y es almacenada en un colector. Luego pasa por un pre tratamiento 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.

El agua llega del pre tratamiento 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.

3.2 Selección del tipo de planta de tratamiento de aguas residuales para Gondi S.A. con ayuda de una matriz de decisión

Para seleccionar la planta de tratamiento de aguas residuales más idónea, debemos considerar el cumplimiento de la Norma de Calidad Ambiental que deberán de tener los parámetros físico químicos que más nos interesan (TDS, SST, ACEITES Y GRASA, DBO₅, DQO), versus los factores operacionales y económicos de mayor representación en la ejecución de este tipo de proyectos.

3.2.1 Costos de instalación

Los costos de instalación de una PTAR físico - química son relativamente bajos debido a los pocos procesos físicos que involucra. Mientras que 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.

3.2.2 Costo operativo

Puesto que las PTAR físico - químicas demandan grandes gastos por la adhesión de productos al agua y sus tratamientos poco naturales pueden producir problemas de contaminación medioambiental, actualmente son sustituidas por PTAR biológica, que presentan mejores rendimientos de tratamiento y son sencillas de operar, lo cual representa un ahorro significativo en gastos de personal operativo.

3.2.3 Facilidad de mantenimiento

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, mientras que 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.

3.2.4 Tiempos de depuración

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

3.2.5 Cantidad de lodos desechados

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.

3.3 Ponderación⁶

Se otorga un valor máximo de ponderación a cada uno de los cinco parámetros operativos representativos. La suma de estos debe dar un total de 100 puntos.

La puntuación asignada dependerá de las consideraciones de tratamiento necesario dentro proyecto. El valor más cercano a los puntos ponderados indica mayor incidencia dentro del parámetro analizado. La suma total de la alternativa presentada que más se acerque al total de puntos sumados (100 puntos), indicara cual será la mejor alternativa de ejecución.

Tabla 3.1 Análisis comparativo de las plantas de tratamiento

SELECCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO			
PARAMETRO	PUNTOS PONDERADOS	CALIFICACION	
		PTAR FISICO - QUIMICA	PTAR BIOLÓGICO
Costo de instalación	15	15	10
Costo operativo	20	14	18
Facilidad de mantenimiento	15	12	15
Tiempo de depuración	20	12	15
Cantidad de lodos desechados	30	10	20
TOTALES	100	63	78

Elaborado: Jose Bermeo / Victor H. Traverso

⁶ BIBLIOGRAFIA - Guía para la toma de decisiones en la selección de sistemas de tratamientos de aguas residuales (Wladimir Arana Ysa)

Según los resultados expuesto en la matriz. Concluimos, que la mejor opción para tratar la calidad de agua residual existente en Gondi S.A. deberá ser un sistema de tratamiento con proceso biológico (DAF). La estructura del análisis costo y beneficio será el siguiente de acuerdo al manejo actual de la PTAR.

Resumen Ejecutivo

Situación sin Proyecto y Posibles Soluciones

Evaluación Ambiental

3.3.1 Resumen ejecutivo

Los desechos generados por la comunidad poseen una fracción líquida de residuos y aguas servidas, de los que se desprende la sociedad una vez que han sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleado.

Si se permite la acumulación y el estancamiento de las aguas servidas, la descomposición de la materia orgánica puede contribuir a la generación de gases malolientes. Sumándose a esto la presencia de numerosos microorganismos patógenos que habitan en el aparato intestinal humano y que son causante de muchas enfermedades.

La evacuación inmediata y sin molestias de las aguas servidas y residuales, seguidas de su tratamiento y eliminación. No solo son deseables, sino que son necesarios en una comunidad.

Sin embargo, existen algunas instituciones que no poseen ningún tipo de tratamiento para los desechos líquidos residuales. Y algunas, poseen sistemas de tratamientos deficientes que no minimizan gran parte de la contaminación causada y el impacto al ambiente. Haciéndose necesario complementar el tratamiento actual.

GONDI S.A., luego de realizar un estudio de los últimos resultados del análisis físico químico realizado a vertido final de sus aguas residuales, y en cumplimiento de sus obligaciones ambientales. Considera necesario mejorar y re direccionar el sistema de tratamiento de aguas residuales existentes.

Esta necesidad surge debido al vertido directo de las aguas residuales al ambiente, el mismo que plantea una serie de problemas en cuanto a las repercusiones sanitarias que dicha práctica puede tener.

Haciendo frente a esta situación se ha planteado la siguiente pregunta:

¿Las aguas que se vierten y proyectan hacia el ambiente desde las instalaciones de GONDI S.A. generan riesgos de contaminación e impacto al medio ambiente?

En el estudio fueron incesantes los puntos que nos es necesario mencionar:

- Evaluar la condición de funcionamiento y eficiencia que presenta el existente sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Mejorar las políticas de mantenimiento y manejo de desperdicios en las áreas de proceso.
- Optimizar los sistemas de tratamiento primario para la eliminación de materia en suspensión y materia disuelta.
- Diseñar e implementar un sistema que permita mejorar el tratamiento biológico.
- Garantizar la eliminación o recuperación del compuesto orgánico de los efluentes sometidos a tratamiento en el grado requerido por la legislación que regula el vertido de efluentes al sistema de alcantarillado público (TULAS)⁷.

⁷ APENDICE A (Norma de Calidad Ambiental (Tabla #11) – Pág. #145

3.3.2.3 Aspectos sociodemográficos

La población y muestra que radica en los desperdicios producidos de la empresa GONDI S.A. es de 50- 57% del tonelaje producido diariamente que es variable, las cuales será expuesta en el objeto de estudio.

3.3.2.4 Medidas de optimización

Después del rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de Gondi S.A. Se cuenta con rejillas de desbaste, canastillas de retención, trampas de grasas (Tratamiento primario).

Cisterna de homogenización, Tamiz vertical estático, Reactor Biológico (DAF) (Tratamiento Secundario).

Filtración mediante zeolita natural, seguida de la filtración con carbón activo, Desinfección con cloro (Tratamiento terciario).

3.3.3 Evaluación Ambiental

Durante la etapa de operación se ha considerado la producción de los siguientes impactos:

3.3.3.1 Impactos sobre el agua

Los procesos de producción que se han observado en la industria Gondi S.A. utilizan gran cantidad de agua como insumo, esto es aproximadamente 165 m³/día de consumo de agua, 4950 m³/mes, el mismo que se transforma en agua residual industrial.

Esta descarga producirá un impacto negativo al recurso agua, en el caso de no ser tratadas adecuadamente y según la normativa ambiental.

3.3.3.2 Impactos sobre la atmósfera

En el proceso de pesca fresca, congelada y enlatada se llevan a cabo operaciones, tales como: Cocción, esterilización, intercambio iónico, entre otros.

Del proceso de cocción se obtiene gases con olor de pescado, entre otros lo cual produce impacto negativo a la atmósfera.

3.3.3.3 Impacto por ruido

Los niveles de presión sonora en la planta corresponde a la acción de las operaciones unitarias en proceso de la Industria, este impacto se lo ha calificado como un impacto negativo.

3.3.3.4 Impacto por desechos sólidos

La inadecuada disposición de los desechos sólidos podría afectar al canal de aguas lluvias del sector o al suelo; por lo que su impacto ha sido considerado como impacto negativo al ambiente

3.3.3.5 Impacto sobre el medio socio – económico

Hay afectaciones a la comunidad por efectos de los malos olores que se producen en la planta y se perciben a diario. En la siguiente Tabla se resumen los impactos existentes en el área de influencia del proyecto.

Tabla 3.2 Impactos existentes en el área de influencia GONDI S.A.

IMPACTO	DESCRIPCION
Contaminación del Suelo.	El suelo es contaminado, producto de la descarga de la materia prima, caen residuos en el suelo (escamas, vísceras, espinas, etc.)
Contaminación del aire	El aire se ve afectado producto de la descarga de vapores de pescado, malos olores, aminas, sulfuros.
Contaminación del agua	EL canal de aguas lluvias recibe, tanto de tipo industriales como de tipo domésticas.
Contaminación por ruido	En el sector donde está ubicada la industria se producen niveles altos de presión sonora debido al ruido de los equipos y maquinaria durante el proceso.
Afectación en el Componente Humano	Por la contaminación al aire, proveniente de los gases emanados por la Industria.

CAPITULO 4

4 REDISEÑO ESTRUCTURAL, MEJORAMIENTO DEL SISTEMA, CALCULO DE REACTOR Y CALCULO DE FILTROS

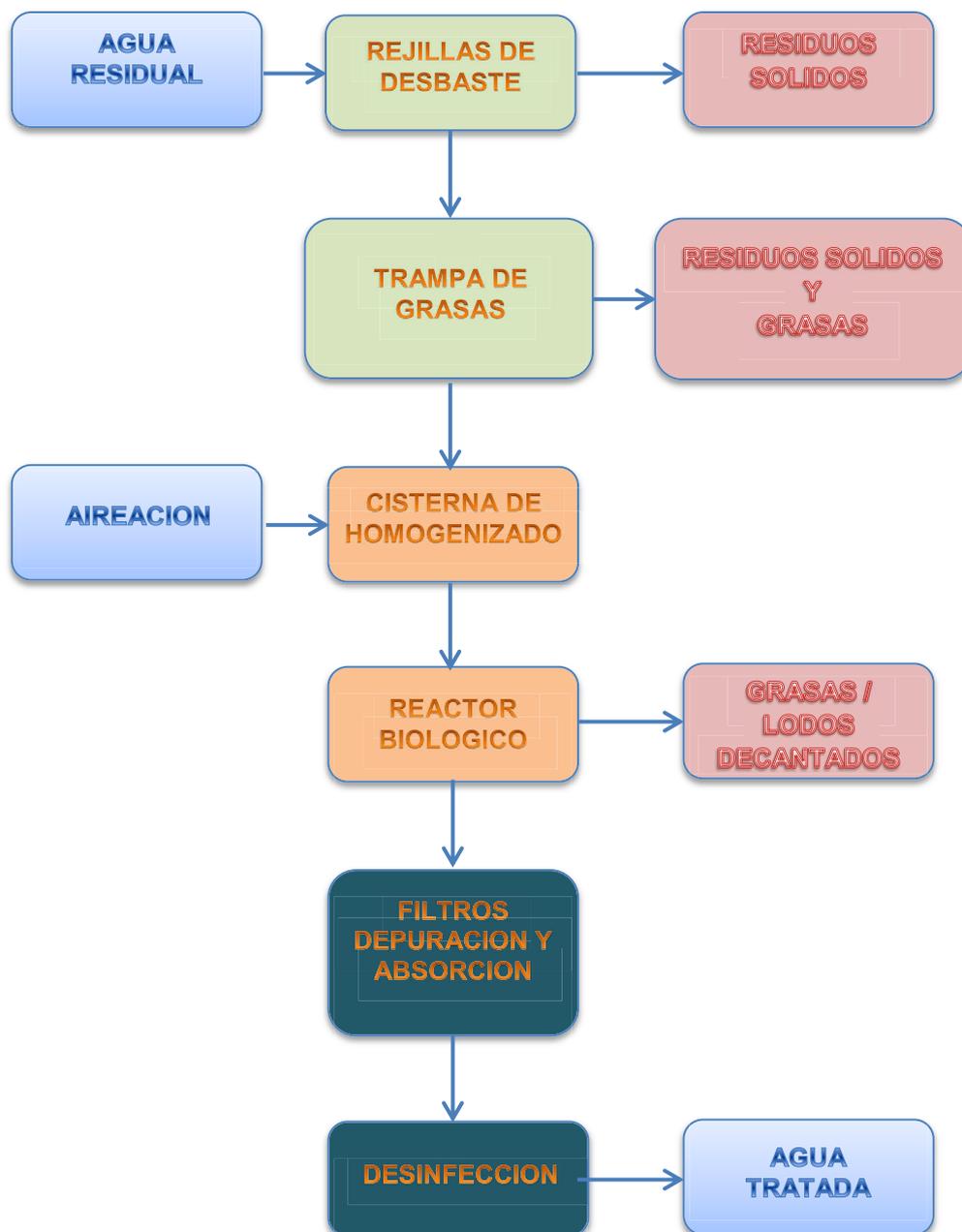
4.1 Desarrollo del proceso

Puesto que los resultados analizados muestran deficiencia operativa del sistema existente para tratamiento de aguas residuales. En función de aprovechar al máximo los equipos existentes. Se plantea una distribución funcional de los mismos, fortaleciendo los sistemas para eliminación de materia en suspensión y grasas, además se diseña un reactor biológico; y se implementan sistemas de filtración y absorción.

4.2 Rediseño estructural del sistema existente

Para lograr un mejor rendimiento de los equipos existentes se hace el siguiente rediseño estructural:



Figura 4.1 Diseño conceptual de la restructuración

Elaborado: Jose Bermeo / Victor H. Traverso

4.3 Mejoramiento del sistema

4.3.1 Diseño de trampa de grasas

Diseñada en tres etapas. La primera de ellas mejora la retención de sólidos en suspensión a través de un cajón perforado que a su vez favorece la disminución de la velocidad del efluente, mejorando el tiempo de retención hidráulica en la segunda etapa que es una cámara de grasa, que por la diferencia de peso específico retendrá las grasas que se acumulen en la parte superior de la misma. La tercera etapa es un cajón de inspección y análisis.

4.3.1.1 Determinación del caudal del efluente

Por las características de la materia prima que se procesa en Gondi, se tomó la decisión de dividir el muestreo de aguas en dos etapas.

Para realizar los trabajos de medición se utilizará el "método de un recipiente con volumen conocido"⁸; método utilizado para medir caudales de hasta 20 l/seg.

⁸ BIBLIOGRAFIA – Como determinar caudal de agua ([www. Turbinas3hc.com](http://www.Turbinas3hc.com))

4.3.1.2 Muestreo

El primer muestreo será hecho durante el tiempo de menor trabajo, es decir en época de luna llena (luna creciente - clara). Esto significa que el proceso operativo y productivo demanda poca cantidad de agua.

El resultado promedio de las mediciones obtenidas en esta etapa, será considerado para efectos de cálculos, como el caudal mínimo del efluente.

El segundo muestreo se realizara en luna nueva (oscura). Este es el periodo del mes en que el proceso operativo y productivo tiene mayor demanda de agua. El resultado promedio de las mediciones obtenidas en esta etapa, será considerado para efectos de cálculo. Como el caudal máximo del efluente. La suma de los caudales medidos nos ayudara a determinar el caudal de diseño.

4.3.1.3 Procedimiento del muestreo

Se coloca un recipiente con capacidad conocida (1 litro); con la ayuda de un cronometro se toma el tiempo que le tarda en llenarse. Este trabajo se lo hace por cinco ocasiones durante el día: Se hace el muestreo tres diferentes días.

Tabla 4.1 Cuadro resumen de prueba en Tiempos de llenado

TIEMPOS DE LLENADO (ENVASE 1 LITRO)												
No. MUESTRA	PESCA FRESCA						CONSERVAS					
	LUNA LLENA (Muestreo - segundos)			LUNA NUEVA (Muestreo - segundos)			LUNA LLENA (Muestreo - segundos)			LUNA NUEVA (Muestreo - segundos)		
	1er.	2do.	3er.									
1	0,35	0,33	0,34	0,08	0,08	0,07	0,13	0,14	0,15	0,04	0,03	0,04
2	0,34	0,32	0,33	0,08	0,07	0,07	0,14	0,14	0,13	0,04	0,03	0,04
3	0,34	0,32	0,32	0,08	0,07	0,08	0,13	0,15	0,13	0,05	0,03	0,03
4	0,35	0,33	0,32	0,07	0,07	0,07	0,13	0,15	0,13	0,05	0,04	0,03
5	0,36	0,33	0,32	0,08	0,06	0,07	0,14	0,15	0,14	0,03	0,03	0,03
Totales	1,74	1,63	1,63	0,39	0,35	0,36	0,67	0,73	0,68	0,21	0,16	0,17

Elaborado: Jose Bermeo / Victor H. Traverso

**Figura 4.2** Medición de tiempo (pesca fresca)



Figura 4.3 Medición de tiempo (conservas)

4.3.1.4 Determinación de Caudales

En donde:

Q = caudal

t = tiempo

V = volumen

Caudal mínimo

(Pesca fresca – Luna llena)

$$t_{\text{total 1}} = (\text{tiempo}_{1\text{er.}} + \text{tiempo}_{2\text{do.}} + \text{tiempo}_{3\text{er.}}) \text{ seg}$$

$$t_{\text{total 1}} = (1,74 + 1,63 + 1,63) \text{ seg}$$

$$t_{\text{total 1}} = 5 \text{ seg}$$

(Conservas – Luna llena)

$$t_{\text{total2}} = (\text{tiempo}_{1\text{er.}} + \text{tiempo}_{2\text{do.}} + \text{tiempo}_{3\text{er.}}) \text{ seg}$$

$$t_{\text{total2}} = (0,67 + 0,73 + 0,68) \text{ seg}$$

$$t_{\text{total2}} = 2,08 \text{ seg}$$

$$t_{\text{totalPromedio}} = (\text{tiempo}_{\text{total1.}} + \text{tiempo}_{\text{total2}}) / 2 \text{ (seg)}$$

$$t_{\text{totalPromedio}} = (5 + 2,08) / 2 \text{ seg}$$

$$t_{\text{totalPromedio}} = 3,54 \text{ seg}$$

$$Q_{\text{min}} = V \text{ (litros)} / \text{ tiempo (seg)}$$

$$Q_{\text{min}} = 1 \text{ lt} / 3,54 \text{ seg}$$

$$Q_{\text{min}} = 0,28 \text{ l/seg}$$

Caudal máximo**(Pesca fresca – Luna nueva)**

$$t_{\text{total1}} = (\text{tiempo}^{1\text{er.}} + \text{tiempo}^{2\text{do.}} + \text{tiempo}_{3\text{er.}}) \text{ seg}$$

$$t_{\text{total1}} = (0,39 + 0,35 + 0,36) \text{ seg}$$

$$t_{\text{total1}} = 1,10 \text{ seg}$$

(Conservas – Luna nueva)

$$t_{\text{total2}} = (\text{tiempo}_{1\text{er.}} + \text{tiempo}_{2\text{do.}} + \text{tiempo}_{3\text{er.}}) \text{ seg}$$

$$t_{\text{total2}} = (0,21 + 0,16 + 0,17) \text{ seg}$$

$$t_{\text{total2}} = 0,54 \text{ seg}$$

$$t_{\text{totalPromedio}} = (\text{tiempo}_{\text{total1.}} + \text{tiempo}_{\text{total2}}) / 2 \text{ (seg)}$$

$$t_{\text{totalPromedio}} = (1,10 + 0,54) / 2 \text{ seg}$$

$$t_{\text{totalPromedio}} = 0,82 \text{ seg}$$

$$Q_{\text{max}} = V \text{ (litros)} / \text{tiempo (seg)}$$

$$Q_{\text{max}} = 1 \text{ lt} / 0,82 \text{ seg}$$

$$Q_{\text{max}} = 1,22 \text{ l/seg}$$

4.3.1.5 Características de la trampa de grasa⁹

- a) La relación largo - ancho del área superficial de la trampa de grasa deberá estar comprendido entre 2:1 a 3:2.
- b) La profundidad no deberá ser menor a 0,80m.
- c) El ingreso a la trampa de grasa se hará por medio de codo de 90° y un diámetro mínimo de 75mm. La salida será por medio de

⁹ BIBLIOGRAFIA – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
División de Salud y Ambiente, "Especificaciones Técnicas Para el Diseño de Trampas de Grasa", Lima, 2003

una Tee con un diámetro mínimo de 75mm.

d) La parte inferior del codo de entrada deberá prolongarse hasta 0,15m por debajo del nivel de líquido.

e) La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y de salida deberá de ser no menor a 0,05m.

f) La parte superior del dispositivo de salida deberá dejar una luz libre para ventilación de no más de 0,05m por debajo del nivel de la losa del techo.

g) La parte inferior de la tubería de salida deberá estar no menos de 0,075m ni más de 0,15m del fondo.

h) El espacio sobre el nivel del líquido y la parte inferior de la tapa deberá ser como mínimo 0,30m.

i) El volumen máximo de acumulación de grasa será de por lo menos 1/3 del volumen total de la trampa de grasa.

4.3.1.6 Cálculo trampa de grasa

Las trampas de grasas se construyen en concreto impermeable o polipropileno. El tiempo recomendable de retención es de 30 minutos. Las dimensiones de la trampa de grasa se calculan de la siguiente forma en donde:

V = volumen efectivo

Q = caudal

t = tiempo

L = longitud

Volumen efectivo

$$V \text{ (efectivo)} = Q \times t$$

$$V \text{ (efectivo)} = 0,0732 \text{ m}^3 / \text{min} \times 30 \text{ min}$$

$$V \text{ (efectivo)} = 2,196 \text{ m}^3$$

Por facilidades de operación y mantenimiento, se asume la profundidad de 1,00m y el ancho de 1,00m. De acuerdo a las normas de diseño se recomienda una relación entre largo y ancho de $L = 1,8A$.

$$L = 1,8 \times A$$

$$L = 1,8 \times (1)$$

$$L = 1,8\text{m}$$

Para que se pueda mejorar la velocidad de sedimentación se considera dividir la longitud total con un 25% para la retención de sólidos, 58% trampa de grasa y 17% caja de inspección.

$$L = (\% \text{ de amortiguación} \times L_{\text{total}}) / 100$$

$$L_{\text{(sedimentado)}} = (25 \times 1.8) / 100$$

$$L_{\text{(sedimentado)}} = 45 / 100$$

$$L_{\text{(sedimentado)}} = 0,45\text{m}$$

$$L_{\text{(trampa de grasa)}} = (58 \times 1.8) / 100$$

$$L_{\text{(trampa de grasa)}} = 104,4 / 100$$

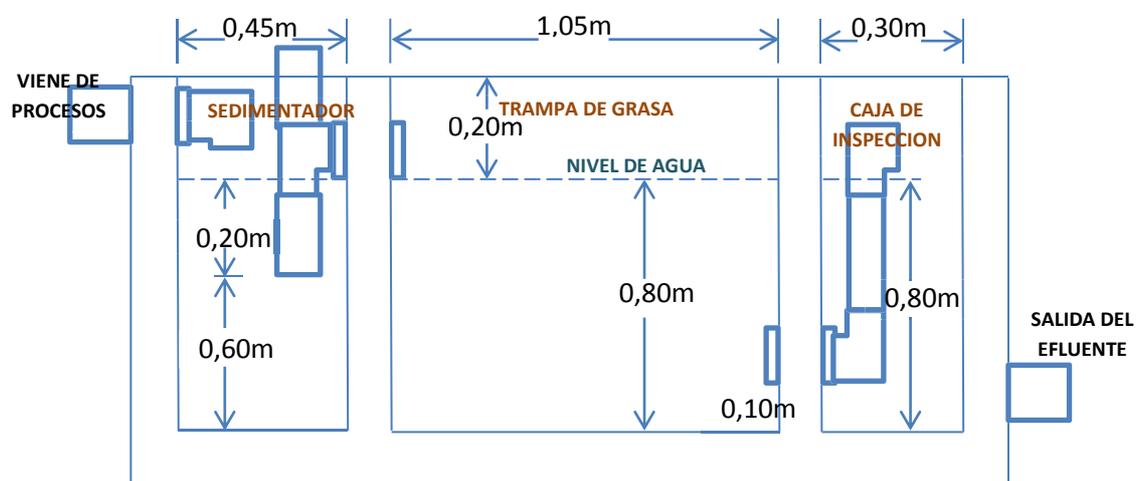
$$L_{\text{(trampa de grasa)}} = 1,05\text{m}$$

$$L_{\text{(caja inspección)}} = (17 \times 1.8) / 100$$

$$L_{\text{(caja inspección)}} = 30,6 / 100$$

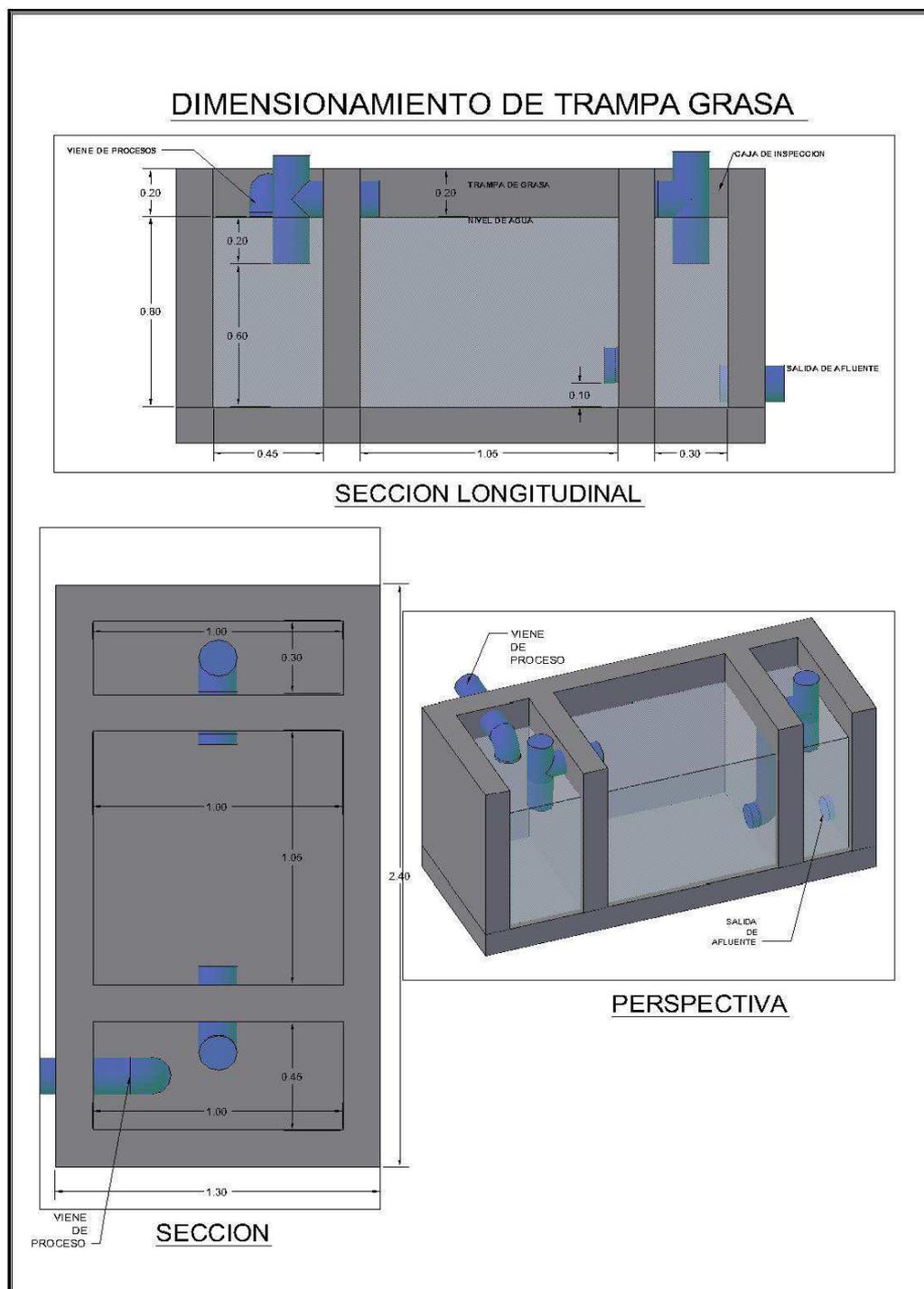
$$L_{\text{(caja inspección)}} = 0,30\text{m}$$

Figura 4.4 Esquema trampa de grasa



Elaborado: Jose Bermeo / Victor H. Traverso

Figura 4.5 Dimensiones trampa de grasa



Elaborado: Jose Bermeo / Victor H. Traverso



Figura 4.6 Perforación de trampa de grasa (área conservas)



Figura 4.7 Construcción Trampa de grasas

Figura 4.8 Análisis de laboratorio luego de construcción de trampas de grasa

	INFORME DE ENSAYOS No. 17183-1	
---	--	---

GONDI S.A.
Km 5½ Vía Manta-Portoviejo
Manta, Tel. 052-922554
Atención: Ing. Jaime Pesantez
Tipo de Industria

Guayaquil, 11 DE MAYO DEL 2012

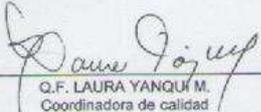
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 30/04/12 08:00 Manta
Fecha y Hora de Recepción: 30/04/12 19:31
Punto e identificación de la Muestra: Efluente del sistema de tratamiento de AARR.
Norma Técnica de muestreo: INEN 2169:98 - 2176:98
Matriz de la muestra: AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS S.A.
Muestreador: DB
Tipo de Muestreo: Compuesto
08:00 A 16:00
Coordenadas Geográficas: 17M0534542 - 9890384
Temperatura de muestreo: 24,8 °C

Parámetro	Resultado	Límite	Unidades	Método Analítico	Analizado
FISICOQUIMICOS:					
Potencial de Hidrogeno	0,65	0,27	-	PEE-GQM-FQ-01	01/05/12 JV
Aceites y Grasas (3)	0,60	0,07	mg/l	PEE-GQM-FQ-03	07/05/12 AL
Demanda Bioquímica de Oxígeno	262,7	151,56	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-05	01/05/12 ME
Demanda Química de Oxígeno	1910	324,70	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-16	30/04/12 ME
Sólidos Suspendedos Totales	540	81	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	04/05/12 AL
Sólidos Disueltos Totales	2156	129	mg/l	PEE-GQM-FQ-023	01/05/12 JV

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado
<LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible
U	Incertidumbre	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition	

1- Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano
2- Parámetros subcontratados
3- Resultado fuera del alcance de acreditación


Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q. F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2103390 - 2103392 - 2103199 Ext. 441
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-05 Pág. 1 de 1

4.3.1.7 Conclusión

Los resultados (Figura 4.8) de aceites y grasas que muestra el informe de ensayos realizados a las aguas residuales luego de la construcción de las trampas de grasas, indican un mejoramiento notable (0,6 mg/l) que evidencia la eficiencia de la misma.

4.3.2 Cisterna de compensación aireada

Es el lugar en donde actualmente se homogenizan los efluentes industriales para luego mediante una bomba sumergible de 5 HP enviar un caudal constante de agua residual a las siguientes unidades.

La cisterna existente tiene una capacidad de 40 m³, debido a que el paso a través de la misma es transitorio. En esta cisterna se aplica aire (Blower) a través de difusores a fin de mantener la mezcla y el oxígeno requerido, para que se establezcan condiciones aerobias en el sistema y se homogenicen los efluentes descargados.

4.3.2.1 Análisis del sistema anterior

El volumen que se debe introducir 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. El porcentaje de amortiguación¹⁰ más utilizado para cualquier carga pico es el de 20%.

$$V_{Cisterna} = \%amortiguación * V \text{ max acumulado}$$

4.3.2.2 Volumen de la cisterna de homogenización

El caudal efectivo según mediciones es de 210,82 m³/día. Para efectos de operación se considera como caudal para dimensionamiento 400m³/día:

En dónde;

V = volumen

Q = caudal

$$Q = 400 \frac{m^3}{día}$$

$$Q_{24horas} = \frac{400 \frac{m^3}{día}}{24horas}$$

$$Q_{24horas} = 16,66 \frac{m^3}{hora}$$

¹⁰ BIBLIOGRAFIA – Manual de Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Alimenticias

$$V_{Cisterna} = \%amortiguación * V_{\max \text{ acumulado}}$$

$$\%amortiguación = 20\%$$

$$V_{Cisterna} = 1,20 * 16,66m^3$$

$$V_{Cisterna} = 19,99m^3$$

Puesto que la capacidad de la cisterna existente es de 40m³. El cálculo del caudal de aire para mantener la mezcla se hará en consideración del tamaño actual de la cisterna.

$$Q_{aire} = \text{Volumen}_{\text{agua}} (m^3) * \text{factor} (\text{min}^{-1})$$

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

$$Q_{aire} = \text{Volumen}_{\text{agua}} * \text{factor}$$

$$Q_{aire} = 19,99m^3 * 0.025 \text{ min}^{-1}$$

$$Q_{aire} = 0,4997m^3 / \text{min}$$

$$Q_{aire} = 29,99m^3 / \text{hora}$$

Por efectos de simplificar la selección de equipos, se diseñará para un caudal de aire de **30 m³ / hora**.

4.3.3 Reactor biológico (DAF)¹¹

Un sistema de flotación por aire disuelto para tratamiento de aguas residuales como única consideración que debe tener, es el tiempo de residencia del agua dentro del mismo.

De este modo el área de flotación se determina en base a la velocidad de ascenso de los sólidos:

En dónde;

A = área superficial del tanque (m²)

Q_f = velocidad de flotación (m³ x m² x día)

Q = caudal (m³/día)

Ésta varía ampliamente, dependiendo de la concentración de sólidos (11 – 220 (m³ x m² x día)). Para fines de dimensionamiento, vamos a utilizar un valor de Q_f de 27 (m³ x m² x día).

$$A = Q * Q_f$$

$$A = 16,66 \frac{m^3}{h} / 27 m^3 m^2 día * 24 \frac{h}{día}$$

$$A = 14,80 m^2$$

¹¹ BIBLIOGRAFIA – Memoria de Calculo DAF, Santa fe (www.e-seia.cl)

El tiempo de residencia para sistemas de flotación, fluctúa entre 5 y 30 minutos. Para efectos de diseño se considera un tiempo de residencia de 30 minutos, es decir 0,50 horas.

En dónde;

$V_{\text{flotación}}$ = volumen de flotación (m^3)

Q = caudal (m^3/h)

t = tiempo (h)

$$V_{\text{flotación}} = Q * t$$

$$V_{\text{flotación}} = 16,66 \frac{m^3}{h} * 0,50h$$

$$V_{\text{flotación}} = 8,33m^3$$

Entonces;

V = volumen (m^3)

l = longitud (m)

a = ancho (m)

h = altura (m)

La altura del Reactor Biológico es un parámetro de diseño que estará en torno a los 3,5m. Debido a que este parámetro queda a criterio del proyectista para efecto de cálculo se tomara una profundidad de 1,8m.

$$V_{DAF} = l * a * h$$

$$V_{DAF} = 2a = h$$

$$a = \frac{V_{DAF}}{2h}$$

$$a = \frac{8,33m^3}{2 * 1,8m}$$

$$a = 2,31m$$

Se definen las siguientes dimensiones para el tanque de flotación:

$$\mathbf{Alto (h) = 1,8m}$$

$$\mathbf{Ancho (a) = 2,5m}$$

$$\mathbf{Largo (l) = 6,00m}$$

La cantidad de aire por unidad de masa de sólidos, debe ser determinada en base a experimentos, utilizando una celda de flotación. La relación aire: sólidos se puede determinar a partir de la expresión:

$$\text{aire : sólidos} = \frac{S_A(0,5P-1)}{S}$$

En dónde;

S_A = solubilidad del aire (a 20°C: 0,024 (kg/m³))

P = presión absoluta del aire (atm)

S = concentración de sólidos en el líquido (kg/m³)

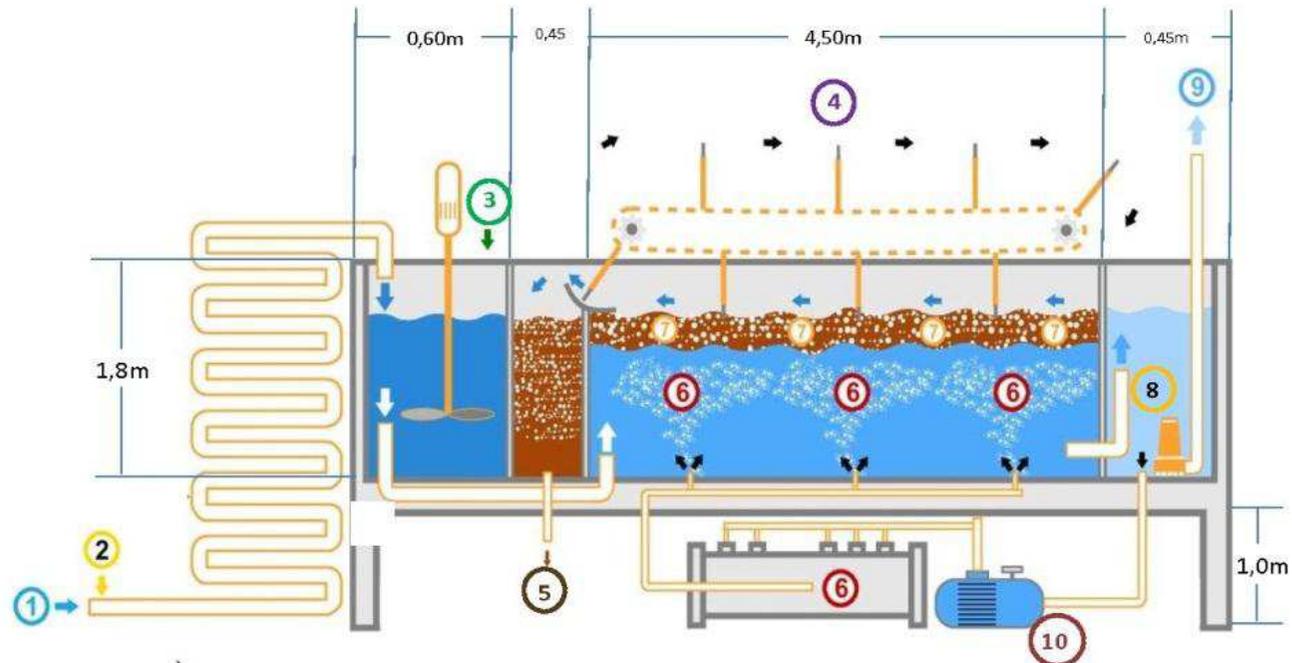
Una relación aire: sólidos típica, es del orden de 0,01 (m³ aire / kg sólidos). En general, se usan presiones de 5 a 6 atm. En el caso de reciclo, se usa un reciclo del 25-60%.

Si consideramos la concentración de sólidos a ingresar a la planta de tratamiento de 2.000 mg/l y un caudal de 16,66m³/h; la carga de sólidos ingresada corresponde a: $2.000 \cdot 16,66 / 1000$ (Kg/h) = 33,32 (kg/h).

Así:

El caudal de aire a ingresar sería de 0,33 m³/h.

DIMENSIONAMIENTO BIODIGESTOR - DAF



1.- ENTRADA AGUA RESIDUAL

2.- BOMBA ADICION DE COAGULANTE

3.- AGITADOR

4.- SISTEMA RECOGEDOR DE GRASA

5,6,7.- FLOTACION DAF

8.- BOMBA SUMERGIBLE

9.- SALIDA AGUA CLARIFICADA

10.- COMPRESOR AIRE DISUELTO

4.3.4 Filtro de presión¹²

Los filtros de presión son utilizados en la purificación de agua. Son esencialmente iguales a los filtros de gravedad, con la excepción de que el material filtrante está contenido en un tanque cerrado y que el agua es forzada a través del lecho filtrante bajo una presión relativamente alta.

Este tipo de filtración ha encontrado demanda en la industria, especialmente para el tratamiento de agua en sistemas de purificación.

4.3.4.1 Diseño del filtro

Con el objeto de establecer las dimensiones y especificaciones para la capacidad de un sistema de filtración, es necesario conocer el caudal "Q", las especificaciones de la calidad para el efluente, el periodo entre regeneraciones de la unidad, y el número de unidades.

El caudal efectivo según cálculos es de 73,38 gl/min. Para efectos de cálculo, se considerara un caudal efectivo de 74 gl/min:

¹² BIBLIOGRAFIA –Acondicionamiento de aguas para la industria (Sheppard – T.Powell)

En dónde;

$$Q = 74,00 \text{ gl/min}$$

El sistema deberá consistir, por lo menos, de dos unidades, una de ellas capaz de soportar la carga completa. Esta condición es deseable para reducir el porcentaje de unidades fuera de sistema durante la regeneración.

Como primera aproximación, se evaluará el tamaño de las unidades, para un material filtrante dotado de capacidad (2,8 kg/pies³)¹³, y un máximo permisible en el flujo de (6 gl/min pie²)¹⁴:

Entonces;

D_{rem} = dureza removida (Kg).

Dt = dureza total (gpg).

Q = caudal (gl/min).

$$D_{rem} = Dt * Q$$

$$D_{rem} = 4 \text{ gpg} * 74 \frac{\text{gl}}{\text{min}} * 1440 \text{ min} * \frac{1}{1000 \text{ gpg}} \text{ kg}$$

$$D_{rem} = 426,24 \text{ kg}$$

Equivalente a 213,12 kg por unidad, o en pie³;

¹³ APENDICE C – Tabla #5 (Sheppard – T.Powell) – Pág. #171

¹⁴ APENDICE D – Tabla #7 (Sheppard – T.Powell) – Pág. #172

$$D_{rem} = \frac{213,12kg}{(2,8kg/ pie^3)}$$

$$D_{rem} = 76,11pie^3$$

Entonces la profundidad del lecho es la siguiente:

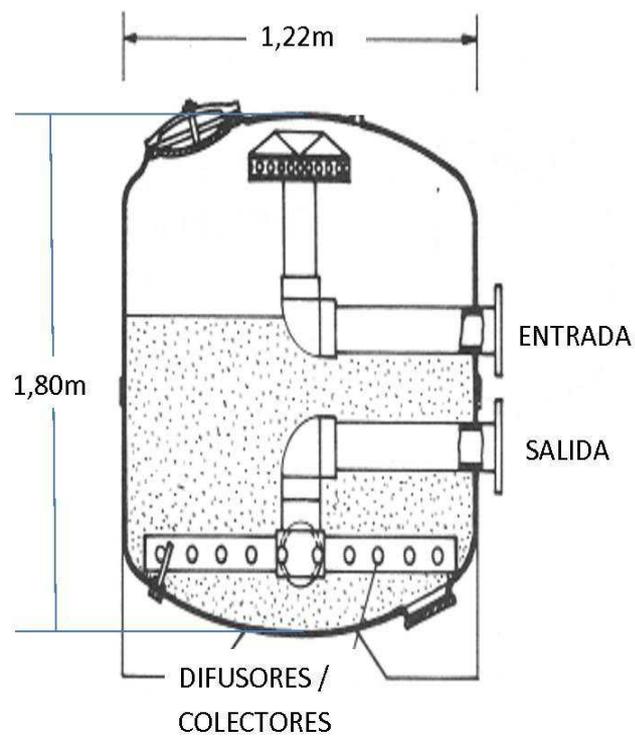
$$H_{profundidd} = \frac{76,11pie^3 * 12" / pie}{(12,57 pie^2)}$$

$$H_{profundidd} = 72,66"$$

Las profundidades adecuadas son de 72" (1,81cm), como máximo y 30" (76,2cm), como mínimo.

El diámetro del tanque deberá ser seleccionado con referencia a la tabla¹⁹, que muestra los gastos de flujo en galones por minuto por pie cuadrado contra el flujo para varias dimensiones comunes de tanque.

FILTRO DE PRESIÓN



CAPITULO 5

5 PRESUPUESTO PARA EL REDISEÑO Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE GONDI S.A.

5.1 Inversión

El presupuesto para el rediseño y el mejoramiento del sistema PTAR conlleva una inversión mínima frente a los beneficios obtenidos por citar un ejemplo, no ser sancionados por autoridades municipales y llevar una comunidad feliz en integración con nuestros vecinos de los alrededores de la industria GONDI S.A.

Para la inversión fue necesario lo que se muestra en la figura 5.1.

Figura 5.1 Inversión del Rediseño PTAR

Detalle	COSTO
Inversion fija	
Construcción Nueva	\$ 3.977,36
Maquinaria y equipo	\$ 43.395,00
Equipos Oficina	\$ 240,00
Mueble de oficina	\$ 275,00
Equipo de computación	\$ 760,00
Total inversion fija	\$ 48.647,36
inversion diferida	
Gasto de constitucion	\$ 1.000,00
Subtotal inversion diferida	\$ 1.000,00
Imprevistos 3%	\$ 30,00
Total inversion diferida	\$ 1.030,00
Capital de trabajo	\$ 1.058,79
Total de inversion	\$ 50.736,15

5.2 Financiamiento

Se estableció con los directivos que para el rediseño y mejoramiento del PTAR la suma de \$ 50736.15 se dividiría el 40% como capital propio de la compañía y el 60% crédito bancario tal cual se muestra en la figura 5.2.

Figura 5.2 Financiamiento del Rediseño PTAR

FINANCIAMIENTO		
Detalle	%	Valor
Capital Propio	40,00%	20294,46
Credito Bancario	60,00%	30441,69
TOTAL	100,00%	50736,15

5.3 Amortización

El crédito realizado fue de \$ 30441.69 en cuotas mensuales uniformes de \$ 740.28 a una tasa efectiva anual del 16% lo que representa un tasa mensual del 1.33% en un periodo de 5 años que corresponde a 60 meses tal como se detalla en las figuras 5.3 y 5.4.

Figura 5.3 Tabla de Amortización del Rediseño PTAR

TABLA DE AMORTIZACIÓN		
CREDITO BANCARIO	\$ 30.441,69	mensual
Tasa Efectiva	16%	1,33%
Tiempo Mensual	5	AÑO
CAPITALIZACION	60	
CUOTA	\$ 740,28	

Figura 5.4 Tabla de amortización detallada con cuotas mensuales
Uniformes del Rediseño PTAR

TABLA DE AMORTIZACIÓN				
PERIODO	INTERES	CUOTA	CAPITAL PAGADO	SALDO CAPITAL
0				\$30.441,69
1	\$ 405,89	\$ 740,28	\$ 334,39	\$ 30.107,30
2	\$ 401,43	\$ 740,28	\$ 338,85	\$ 29.768,45
3	\$ 396,91	\$ 740,28	\$ 343,37	\$ 29.425,08
4	\$ 392,33	\$ 740,28	\$ 347,95	\$ 29.077,13
5	\$ 387,70	\$ 740,28	\$ 352,59	\$ 28.724,54
6	\$ 382,99	\$ 740,28	\$ 357,29	\$ 28.367,25
7	\$ 378,23	\$ 740,28	\$ 362,05	\$ 28.005,20
8	\$ 373,40	\$ 740,28	\$ 366,88	\$ 27.638,32
9	\$ 368,51	\$ 740,28	\$ 371,77	\$ 27.266,55
10	\$ 363,55	\$ 740,28	\$ 376,73	\$ 26.889,82
11	\$ 358,53	\$ 740,28	\$ 381,75	\$ 26.508,07
12	\$ 353,44	\$ 740,28	\$ 386,84	\$ 26.121,22
13	\$ 348,28	\$ 740,28	\$ 392,00	\$ 25.729,22
14	\$ 343,06	\$ 740,28	\$ 397,23	\$ 25.332,00
15	\$ 337,76	\$ 740,28	\$ 402,52	\$ 24.929,47
16	\$ 332,39	\$ 740,28	\$ 407,89	\$ 24.521,59
17	\$ 326,95	\$ 740,28	\$ 413,33	\$ 24.108,26
18	\$ 321,44	\$ 740,28	\$ 418,84	\$ 23.689,42
19	\$ 315,86	\$ 740,28	\$ 424,42	\$ 23.264,99
20	\$ 310,20	\$ 740,28	\$ 430,08	\$ 22.834,91
21	\$ 304,47	\$ 740,28	\$ 435,82	\$ 22.399,09
22	\$ 298,65	\$ 740,28	\$ 441,63	\$ 21.957,46
23	\$ 292,77	\$ 740,28	\$ 447,52	\$ 21.509,95
24	\$ 286,80	\$ 740,28	\$ 453,48	\$ 21.056,46
25	\$ 280,75	\$ 740,28	\$ 459,53	\$ 20.596,93
26	\$ 274,63	\$ 740,28	\$ 465,66	\$ 20.131,28
27	\$ 268,42	\$ 740,28	\$ 471,87	\$ 19.659,41
28	\$ 262,13	\$ 740,28	\$ 478,16	\$ 19.181,25
29	\$ 255,75	\$ 740,28	\$ 484,53	\$ 18.696,72
30	\$ 249,29	\$ 740,28	\$ 490,99	\$ 18.205,73
31	\$ 242,74	\$ 740,28	\$ 497,54	\$ 17.708,19
32	\$ 236,11	\$ 740,28	\$ 504,17	\$ 17.204,02
33	\$ 229,39	\$ 740,28	\$ 510,90	\$ 16.693,12
34	\$ 222,57	\$ 740,28	\$ 517,71	\$ 16.175,41
35	\$ 215,67	\$ 740,28	\$ 524,61	\$ 15.650,80
36	\$ 208,68	\$ 740,28	\$ 531,61	\$ 15.119,20
37	\$ 201,59	\$ 740,28	\$ 538,69	\$ 14.580,50
38	\$ 194,41	\$ 740,28	\$ 545,88	\$ 14.034,63
39	\$ 187,13	\$ 740,28	\$ 553,15	\$ 13.481,47
40	\$ 179,75	\$ 740,28	\$ 560,53	\$ 12.920,94
41	\$ 172,28	\$ 740,28	\$ 568,00	\$ 12.352,94
42	\$ 164,71	\$ 740,28	\$ 575,58	\$ 11.777,36
43	\$ 157,03	\$ 740,28	\$ 583,25	\$ 11.194,11
44	\$ 149,25	\$ 740,28	\$ 591,03	\$ 10.603,08
45	\$ 141,37	\$ 740,28	\$ 598,91	\$ 10.004,17
46	\$ 133,39	\$ 740,28	\$ 606,89	\$ 9.397,28
47	\$ 125,30	\$ 740,28	\$ 614,99	\$ 8.782,29
48	\$ 117,10	\$ 740,28	\$ 623,19	\$ 8.159,11
49	\$ 108,79	\$ 740,28	\$ 631,49	\$ 7.527,61
50	\$ 100,37	\$ 740,28	\$ 639,91	\$ 6.887,70
51	\$ 91,84	\$ 740,28	\$ 648,45	\$ 6.239,25
52	\$ 83,19	\$ 740,28	\$ 657,09	\$ 5.582,16
53	\$ 74,43	\$ 740,28	\$ 665,85	\$ 4.916,30
54	\$ 65,55	\$ 740,28	\$ 674,73	\$ 4.241,57
55	\$ 56,55	\$ 740,28	\$ 683,73	\$ 3.557,84
56	\$ 47,44	\$ 740,28	\$ 692,84	\$ 2.865,00
57	\$ 38,20	\$ 740,28	\$ 702,08	\$ 2.162,92
58	\$ 28,84	\$ 740,28	\$ 711,44	\$ 1.451,47
59	\$ 19,35	\$ 740,28	\$ 720,93	\$ 730,54
60	\$ 9,74	\$ 740,28	\$ 730,54	\$ 0,00

5.4 Capital de Trabajo

El capital de trabajo considerado para nuestra PTAR tan solo representa el 2.09 % del total de la inversión por lo que es un valor imprescindible de acuerdo a la magnitud y beneficio generado para la empresa GONDI S.A. como lo muestra la figura 5.5

Figura 5.5 Tabla de Capital de Trabajo del Rediseño PTAR

CAPITAL DE TRABAJO		
DETALLE	VALOR MENSUAL	ANUAL
Materia prima	49,50	594,00
Mano de Obra Directa	383,98	4607,74
Mano de obra Indirecta	383,98	4607,74
Suministros	200,50	2406,00
Gastos Administrativos	10,00	120,00
SUBTOTAL	1027,96	12335,47
Imprevistos 3%	30,84	370,06
TOTAL	1058,79	12705,54

5.5 Estructura del capital de trabajo

Es necesario ilustrar para nuestro estudio todo lo que conjuntamente forma para de la operatividad de la PTAR y en la parte económica dentro del capital de trabajo como se muestra en las figuras 5.6; 5.7; 5.8 respectivamente.

Figura 5.6 Tabla de materia prima del Rediseño PTAR

PRODUCCION PTAR				
PERIODO	CANTIDAD/M3	CANTIDAD/M3	COSTO	COSTO
	ANUAL	MENSUAL	MENSUAL	ANUAL
1	59400	4950	\$ 49,50	\$ 594,00
2	59400	4950	\$ 49,50	\$ 594,00
3	59400	4950	\$ 49,50	\$ 594,00
4	59400	4950	\$ 49,50	\$ 594,00
5	59400	4950	\$ 49,50	\$ 594,00

Figura 5.7 Tabla de MOD y MOI del Rediseño PTAR

MANO DE OBRA DIRECTA								
CARGO	N°	SUELDO	DECIMO	DECIMO	VACACIONES	I.E.S.S.	PAGO/MES	PAGO/ANUAL
		BASICO	TERCERO	CUARTO				
TRABAJADOR	1	\$ 292,00	\$ 24,33	\$ 20,00	\$ 12,17	\$ 35,48	\$ 383,98	\$ 4.607,74
TOTAL	1	\$ 292,00	\$ 24,33	\$ 20,00	\$ 12,17	\$ 35,48	\$ 383,98	\$ 4.607,74
MANO DE OBRA INDIRECTA								
CARGO	N°	SUELDO	DECIMO	DECIMO	VACACIONES	I.E.S.S.	PAGO/MES	PAGO/ANUAL
		BASICO	TERCERO	CUARTO				
SUPERVISOR	1	\$ 292,00	\$ 24,33	\$ 20,00	\$ 12,17	\$ 35,48	\$ 383,98	\$ 4.607,74
TOTAL	1	\$ 292,00	\$ 24,33	\$ 20,00	\$ 12,17	\$ 35,48	\$ 383,98	\$ 4.607,74

Figura 5.8 Tabla de Suministros del Rediseño PTAR

SUMINISTROS					
Descripcion	Cant.	Medidas	Valor unit.	Costo mens.	Costo anual
Luz	450	kw/mes	0,08	36	432
Zeolita	100	lb/mes	0,05	5	60
Carbon Activo	25	kg/mes	2,18	54,5	654
Bacilos	1	lb/4meses	300	75	900
Agua	10	m ³	3	30	360
TOTAL				200,5	2406

5.6 Estructura de la Inversión Fija y su depreciación, seguro y mantenimiento

La estructura de la Inversión Fija y su depreciación registra valores que representan un porcentaje del 96% muy considerable para nuestra inversión total como lo muestra la figura 5.9; 5.10; 5.11; 5.12.

Figura 5.9 Tabla de la Construcción Nueva del Rediseño PTAR

CONSTRUCCION NUEVA				
RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PRELIMINARES AREA EXTERIOR				
REPLANTEO Y NIVELACION	m2	2304,00	0,10	230,40
LIMPIEZA DE SISTEMA DE TUBERÍA INTERNA	m2	250,00	2,00	500,00
LIMPIEZA DE SISTEMA DE TUBERÍA EXTERNA	m2	250,00	3,00	750,00
				1480,40
EXCAVACION Y RELLENO				
EXCAVACION MANUAL	m3	12,00	2,98	35,76
RELLENO COMPACTADO CON SUB BASE (0.05)*	m3	20,00	10,66	213,20
				248,96
INSTALACIONES ELECTRICAS				
LAMPARAS ELECTRICAS	u	1,00	20,00	20,00
				1749,36
OBRAS VARIAS				
TRAMPAS DE GRASA	u	3,00	200,00	600,00
REJAS DE PROTECCIÓN PARA TRAMPAS DE GRASA D	m2	157,00	4,00	628,00
MANO DE OBRA				1000,00
TOTAL				3977,36

Figura 5.10 Tabla de Maquinaria y Equipos del Rediseño PTAR

MAQUINARIA Y EQUIPOS			
MAQUINARIAS Y EQUIPOS PTAR	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
EQUIPOS PARA PLANTA DE TRATAMIENTO			
Bombas sumergidas de 5 HP	2	2692,5	5385
Equipo de flotación por aire disuelto, DAF, con una capacidad de tratamiento de hasta 43,75 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	1	16700	16700
Sopladores para aireación y agitación del reactor biológico, con las líneas de inyección de aire y sus respectivas	2	3575	7150
Bomba para retorno de fangos para clarificador secundario, líneas de carga y descarga de agua clarificada y fangos sedimentados	1	13680	13680
Bomba dosificadora de cloro para desinfección final del agua procedente del clarificador secundario	1	480	480
TOTAL			43395

Figura 5.11 Tabla de Equipos de Oficina; Muebles de Oficina; Equipos de Computación del Rediseño PTAR

Equipos de Oficina			
Descripción	cantidad	V/unitario	valor total
TELF/FAX	1	\$ 180,00	\$ 180,00
calculadora	2	\$ 30,00	\$ 60,00
Total		\$ 210,00	\$ 240,00
Muebles de Oficina			
Descripción	cantidad	V/unitario	valor total
ESCRITORIO	1	\$ 125,00	\$ 125,00
SILLA GIRATORIA	1	\$ 90,00	\$ 90,00
SILLAS	6	\$ 10,00	\$ 60,00
TOTAL		\$ 225,00	\$ 275,00
Equipo de computación			
Descripción	cantidad	V/unitario	valor total
COMPUTADOR	1	\$ 700,00	\$ 700,00
IMPRESORA	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Total		\$ 760,00	\$ 760,00

Figura 5.12 Tabla de Depreciación, Seguros, Mantenimiento y Amortización del Gasto de Constitución del Rediseño PTAR

DEPRECIACIÓN							
DEPRECIACIÓN							
DETALLE	AÑO VIDA UTIL	VALOR	1	2	3	4	5
CONSTRUCCION NUEVA	25	3977,36	159,09	159,09	159,09	159,09	159,09
Maquinaria y equipos	10	43395,00	4339,50	4339,50	4339,50	4339,50	4339,50
Equipos de Oficina	3	240,00	80,00	80,00	80,00		
Muebles de oficina	3	275,00	91,67	91,67	91,67		
Equipos de Computacion	2	760,00	380,00	380,00			
TOTAL		48647,36	5050,26	5050,26	4670,26	4498,59	4498,59
REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO							
DETALLE	COSTO	%	1	2	3	4	5
CONSTRUCCION NUEVA	3977,36	2%	79,55	79,55	79,55	79,55	79,55
Maquinaria y equipos	43395,00	3%	1301,85	1301,85	1301,85	1301,85	1301,85
Equipos de Oficina	240,00	5%	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Muebles de oficina	275,00	5%	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75
Equipos de Computacion	760,00	5%	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00
TOTAL	43910,00		1365,60	1365,60	1365,60	1365,60	1365,60
SEGUROS							
DETALLE	COSTO	%	1	2	3	4	5
CONSTRUCCION NUEVA	3977,4	1,00%	39,8	39,8	39,8	39,8	39,8
Maquinaria y equipos	43395,0	1,00%	434,0	434,0	434,0	434,0	434,0
Equipos de Oficina	240,0	1,50%	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Muebles de oficina	275,0	1,50%	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
Equipos de Computacion	760,0	1,50%	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4
TOTAL	47887,36		492,85	492,85	492,85	492,85	492,85
AMORTIZACIÓN							
DETALLE	COSTO	Vida útil de	1	2	3	4	5
Gastos de Constitución	1000,00	5	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00

5.7 Evaluación Financiera

5.7.1 Resumen de Costos y Gastos

La estructura o resumen de Costos y Gastos registra valores por cinco años del rediseño de la PTAR como lo muestra la figura 5.13

Figura 5.13 Tabla de Resumen Costos y Gastos del Rediseño PTAR

RESUMEN DE COSTOS Y GASTOS					
	AÑOS				
COSTOS DE PRODUCCIÓN					
DETALLE	1	2	3	4	5
Materia Prima directa	\$ 594,00	\$ 623,70	\$ 654,89	\$ 687,63	\$ 722,01
Mano de Obra Directa	\$ 4.607,74	\$ 4.838,12	\$ 5.080,03	\$ 5.334,03	\$ 5.600,73
Materiales Directos	\$ 645,00	\$ 677,25	\$ 711,11	\$ 746,67	\$ 784,00
Total de Costos Directos	\$ 5.846,74	\$ 6.139,07	\$ 6.446,03	\$ 6.768,33	\$ 7.106,74
Mano de Obra Indirecta	\$ 4.607,74	\$ 4.838,12	\$ 5.080,03	\$ 5.334,03	\$ 5.600,73
Suministros	\$ 2.406,00	\$ 2.526,30	\$ 2.652,62	\$ 2.785,25	\$ 2.924,51
Depreciaciones	\$ 4.498,59	\$ 4.498,59	\$ 4.498,59	\$ 4.498,59	\$ 4.498,59
Reparaciones	\$ 1.381,40	\$ 1.381,40	\$ 1.381,40	\$ 1.381,40	\$ 1.381,40
Seguros	\$ 473,72	\$ 473,72	\$ 473,72	\$ 473,72	\$ 473,72
Total de Costos Indirectos	\$ 13.367,45	\$ 13.718,14	\$ 14.086,36	\$ 14.472,99	\$ 14.878,96
TOTAL COSTO PRODUCCION	\$ 19.214,19	\$ 19.857,21	\$ 20.532,39	\$ 21.241,32	\$ 21.985,70
GASTOS ADMINISTRATIVOS					
Gasto Administrativo	\$ 120,00	\$ 126,00	\$ 132,30	\$ 138,32	\$ 145,86
Depreciación de Equipo de Oficina	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ -	\$ -
Depreciación de Muebles de Oficina	\$ 91,67	\$ 91,67	\$ 91,67	\$ -	\$ -
Depreciación de Equipo de Computación	\$ 380,00	\$ 380,00	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento y reparación de Equipo Ofic	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ 12,00
Mantenimiento y reparación de Muebl Ofic.	\$ 13,75	\$ 13,75	\$ 13,75	\$ 13,75	\$ 13,75
Mantenimiento y reparación Equipo Comput	\$ 38,00	\$ 38,00	\$ 38,00	\$ 38,00	\$ 38,00
Seguros de Equipos de Oficinas	\$ 3,60	\$ 3,60	\$ 3,60	\$ 3,60	\$ 3,60
Seguros de Muebles de Oficinas	\$ 4,13	\$ 4,13	\$ 4,13	\$ 4,13	\$ 4,13
Seguros de Equipo de Computacion	\$ 11,40	\$ 11,40	\$ 11,40	\$ 11,40	\$ 11,40
Amortización	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00
Imprevistos 3%	\$ 400,06	\$ 420,07	\$ 441,07	\$ 463,12	\$ 486,28
TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 1.354,61	\$ 1.380,61	\$ 1.027,91	\$ 884,91	\$ 915,02
Amortización	\$ 8.883,39	$ 8.883,39	$ 8.883,39	$ 8.883,39	$ 8.883,39
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	\$ 29.452,19	\$ 30.121,21	\$ 30.443,69	\$ 31.009,63	\$ 31.784,11

5.7.2 Precio

Una vez establecidos los gastos operativos anuales dentro del resumen de Costos y Gastos y el volumen anual de producción de la PTAR, el precio de producción y el precio de venta están explícitamente reflejados como lo muestra la figura 5.14.

Figura 5.14 Tabla de Resumen Costos y Gastos del Rediseño PTAR

CAPACIDAD DE PRODUCCION			
AÑOS	% CRECIMIENTO	ANUAL	MENSUAL
2011	0%	59400	4950
2012	0%	59400	4950
2013	0%	59400	4950
2014	0%	59400	4950
2015	0%	59400	4950

DETERMINACIÓN DE PRECIOS			
PERIODO	COSTOS	UNIDADES M3/ANUAL	PRECIO
0	50736,15	0	
1	29452,19	59400	
2	30121,21	59400	
3	30443,69	59400	
4	31009,63	59400	
5	31784,11	59400	
VNP	90.806,69	177642	

PRECIO DE PRODUCCIÓN	VPN costos + Inversión/unidades de producción	\$ 0,80
PRECIO DE VENTA	(VPN costos+Inversión/unidades de prod 20%	\$ 0,96

5.7.3 Estado de Resultados o de Pérdidas y Ganancias

De acuerdo a la recopilación de valores dentro de nuestro proyecto el estado de pérdidas y ganancias nos abrirá una visión numérica de si tenemos cifras positivas o negativas al final del ejercicio contable, en este caso nuestra PTAR tiene valores positivos tal como lo muestra la figura 5.15.

Figura 5.15 Tabla de Estado de Resultados o de Pérdidas y Ganancias del Rediseño PTAR

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS					
	AÑOS				
	1	2	3	4	5
INGRESOS	\$ 56.794,86	$ 56.794,86	$ 56.794,86	$ 56.794,86	$ 56.794,86
Ventas	\$ 56.794,86	\$ 56.794,86	\$ 56.794,86	\$ 56.794,86	\$ 56.794,86
EGRESOS	\$ 29.452,19	\$ 30.121,21	\$ 30.443,69	\$ 31.009,63	\$ 31.784,11
COSTOS DIRECTOS	\$ 5.846,74	\$ 6.139,07	\$ 6.446,03	\$ 6.768,33	\$ 7.106,74
Materia Prima directa	\$ 594,00	\$ 623,70	\$ 654,89	\$ 687,63	\$ 722,01
Mano de Obra Directa	\$ 4.607,74	\$ 4.838,12	\$ 5.080,03	\$ 5.334,03	\$ 5.600,73
Materiales Directos	\$ 645,00	\$ 677,25	\$ 711,11	\$ 746,67	\$ 784,00
COSTOS INDIRECTOS	\$ 13.367,45	\$ 13.718,14	\$ 14.086,36	\$ 14.472,99	\$ 14.878,96
Mano de Obra Indirecta	\$ 4.607,74	\$ 4.838,12	\$ 5.080,03	\$ 5.334,03	\$ 5.600,73
Suministros	\$ 2.406,00	\$ 2.526,30	\$ 2.652,62	\$ 2.785,25	\$ 2.924,51
Depreciaciones	\$ 4.498,59	\$ 4.498,59	\$ 4.498,59	\$ 4.498,59	\$ 4.498,59
Reparaciones	\$ 1.381,40	\$ 1.381,40	\$ 1.381,40	\$ 1.381,40	\$ 1.381,40
Seguros	\$ 473,72	\$ 473,72	\$ 473,72	\$ 473,72	\$ 473,72
COSTOS OPERACIÓN	\$ 19.214,19	\$ 19.857,21	\$ 20.532,39	\$ 21.241,32	\$ 21.985,70
GASTOS	\$ 10.238,00	\$ 10.264,00	\$ 9.911,31	\$ 9.768,31	\$ 9.798,41
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 1.354,61	\$ 1.380,61	\$ 1.027,91	\$ 884,91	\$ 915,02
Gasto Administrativo	\$ 120,00	\$ 126,00	\$ 132,30	\$ 138,92	\$ 145,86
Depreciación de Equipo de Oficina	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ -	\$ -
Depreciación de Muebles de Oficina	\$ 91,67	\$ 91,67	\$ 91,67	\$ -	\$ -
Depreciación de Equipo de Computación	\$ 380,00	\$ 380,00	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento y reparación de Equio Ofic	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ 12,00
Mantenimiento y reparación de Muebl Ofic	\$ 13,75	\$ 13,75	\$ 13,75	\$ 13,75	\$ 13,75
Mantenimiento y reparación Equipo Comput	\$ 38,00	\$ 38,00	\$ 38,00	\$ 38,00	\$ 38,00
Seguros de Equipos de Oficinas	\$ 3,60	\$ 3,60	\$ 3,60	\$ 3,60	\$ 3,60
Seguros de Muebles de Oficinas	\$ 4,13	\$ 4,13	\$ 4,13	\$ 4,13	\$ 4,13
Seguros de Equipo de Computacion	\$ 11,40	\$ 11,40	\$ 11,40	\$ 11,40	\$ 11,40
Amortización	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00
Imprevistos 3%	\$ 400,06	\$ 420,07	\$ 441,07	\$ 463,12	\$ 486,28
GASTOS FINANCIEROS	$ 8.883,39	$ 8.883,39	$ 8.883,39	$ 8.883,39	\$ 8.883,39
Amortización	\$ 8.883,39	\$ 8.883,39	\$ 8.883,39	\$ 8.883,39	\$ 8.883,39
UTILIDAD DEL EJERCICIO.	\$ 27.342,68	\$ 26.673,65	\$ 26.351,17	\$ 25.785,24	\$ 25.010,75
(-) 15% de Participación de Trabajadores	\$ 4.101,40	\$ 4.001,05	\$ 3.952,68	\$ 3.867,79	\$ 3.751,61
Utilidad antes del I. R.	\$ 23.241,27	\$ 22.672,60	\$ 22.398,50	\$ 21.917,45	\$ 21.259,14
(-) 25% Impuesto a la Renta	\$ 5.810,32	\$ 5.668,15	\$ 5.599,62	\$ 5.479,36	\$ 5.314,79
UTILIDAD NETA DEL EJERCICIO	\$ 17.430,96	\$ 17.004,45	\$ 16.798,87	\$ 16.438,09	\$ 15.944,36

5.7.4 Análisis Financiero

El flujo de fondo es sumamente importante para calcular nuestro Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Análisis Beneficio Costo es parte de nuestro análisis financiero y determinar si se acepta la PTAR tal como muestra la figura 5.16, 5.17 respectivamente.

Figura 5.16 Tabla de Flujo de Fondos del Rediseño PTAR

FLUJO DE FONDOS						
DETALLE	0	1	2	3	4	5
INGRESOS		\$ 56.794,86	\$ 56.794,86	\$ 56.794,86	\$ 56.794,86	\$ 56.794,86
VENTAS		\$ 56.794,86	\$ 56.794,86	\$ 56.794,86	\$ 56.794,86	\$ 56.794,86
TOTAL DE INGRESOS						
COSTOS Y GASTOS		\$ 29.452,19	\$ 30.121,21	\$ 30.443,69	\$ 31.009,63	\$ 31.784,11
COSTOS						
Materia Prima Directa		\$ 594,00	\$ 623,70	\$ 654,89	\$ 687,63	\$ 722,01
Mano de Obra Directa		\$ 4.607,74	\$ 4.838,12	\$ 5.080,03	\$ 5.334,03	\$ 5.600,73
Materiales Directos		\$ 645,00	\$ 677,25	\$ 711,11	\$ 746,67	\$ 784,00
CIF		\$ 13.367,45	\$ 13.718,14	\$ 14.086,36	\$ 14.472,99	\$ 14.878,96
TOTAL DE COSTO DE PRODUCCIÓN		\$ 19.214,19	\$ 19.857,21	\$ 20.532,39	\$ 21.241,32	\$ 21.985,70
GASTOS						
Gastos Administrativos		\$ 1.354,61	\$ 1.380,61	\$ 1.027,91	\$ 884,91	\$ 915,02
Gastos Financieros		\$ 8.883,39	\$ 8.883,39	\$ 8.883,39	\$ 8.883,39	\$ 8.883,39
Total de Gastos		\$ 10.238,00	\$ 10.264,00	\$ 9.911,31	\$ 9.768,31	\$ 9.798,41
UTILIDAD DEL EJERCICIO		\$ 27.342,68	\$ 26.673,65	\$ 26.351,17	\$ 25.785,24	\$ 25.010,75
(-) 15% Participación de Trabajadores		\$ 4.101,40	\$ 4.001,05	\$ 3.952,68	\$ 3.867,79	\$ 3.751,61
Utilidad antes del I. R.		\$ 23.241,27	\$ 22.672,60	\$ 22.398,50	\$ 21.917,45	\$ 21.259,14
(-) 25% Impuesto a la Renta		\$ 5.810,32	\$ 5.668,15	\$ 5.599,62	\$ 5.479,36	\$ 5.314,79
Utilidad Neta		\$ 17.430,96	\$ 17.004,45	\$ 16.798,87	\$ 16.438,09	\$ 15.944,36
INVERSIONES						
Inversión Fija	-\$	48.647,36				
Inversión Diferida	-\$	1.030,00				
Capital de Trabajo	-\$	1.058,79				\$ 1.058,79
Depreciación		\$ 5.050,26	\$ 5.050,26	\$ 4.670,26	\$ 4.498,59	\$ 4.498,59
Amortización		\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00
Pago de Capital		-\$ 4.320,47	-\$ 5.064,76	-\$ 5.937,27	-\$ 6.960,09	-\$ 8.159,11
FLUJO DE FONDOS NETOS	-\$	50.736,15	\$ 18.360,75	\$ 17.189,95	\$ 15.731,86	\$ 14.176,59
TASA DE INTERES		16%				
VAN		\$2.223,18				
TIR		17,978%				

El VAN y TIR calculados en la figura 5.16 son en base a la tasa efectiva anual del proyecto y como se observa si se acepta pues el VAN es positivo y el TIR es superior a la tasa efectiva anual.

Figura 5.17 Tabla Evaluación Financiera del Rediseño PTAR

EVALUACION FINANCIERA								
INDICADORES FINANCIEROS								
FLUJO NETO DE EFECTIVO								
Año de operación	Ingresos totales*	Egresos totales	Inversiones para el proyecto			Valor de Rescate		Flujo Neto de Efectivo
			Fija	Diferida	Cap de trab.	Valor Residual	Recup. De cap. De Trab.	
0	-	0	48.647,36	1.030,00	1.058,79			-50.736,15
1	56.794,86	29.452,19						27.342,68
2	56.794,86	30.121,21						26.673,65
3	56.794,86	30.443,69						26.351,17
4	56.794,86	31.009,63						25.785,24
5	56.794,86	31.784,11				1.030,00	1.058,79	27.099,55
CALCULO DEL VAN, R/B/C Y TIR CON UNA TASA DE DESCUENTO DEL 20%								
Año de operación	Costos totales (\$)	Beneficios totales (\$)	Factor de actualización 20,0%	Costos actualizados (\$)	Beneficios actualizados (\$)	Flujo neto de efectivo act. (\$)		
0	50.736	0	1,000	50.736,15	0,00	-50.736,15		
1	29.452	56.795	0,833	24.543,49	47.329,05	22.785,56		
2	30.121	56.795	0,694	20.917,51	39.440,88	18.523,37		
3	30.444	56.795	0,579	17.617,88	32.867,40	15.249,52		
4	31.010	56.795	0,482	14.954,49	27.389,50	12.435,01		
5	31.784	58.884	0,402	12.773,32	23.664,02	10.890,70		
Total	171.763	286.063		141.542,84	170.690,85	29.148,01		
Los indicadores financieros que arroja el proyecto son:								
VAN=			29.148,01	Se acepta				
TIR =			44,39%	Se acepta				
B/C =			1,21	Se acepta				

El VAN, TIR y Análisis Beneficio Costo calculados en la figura 5.17 son en base a la tasa efectiva anual del proyecto y como se observa si se acepta pues el VAN es positivo y el TIR es superior a la tasa efectiva anual del 20% y el análisis beneficio costo es superior a la unidad.

5.7.5 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad nos indica el comportamiento de nuestro PTAR con respecto al 25% de la tasa efectiva anual, en un caso el incremento de 5% en costos y 5% en tasa de evaluación como lo muestra la **figura 5.18**, y en el otro caso la reducción de ingresos de 5% en costos y 5% en tasa de evaluación como lo muestra la **figura 5.19** y al calcular nuestro Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Análisis Beneficio Costo coincidir en que si se acepta la PTAR tal como muestra la figura 5.18, 5.19 respectivamente.

Figura 5.18 Tabla Análisis de Sensibilidad, incremento de 5% en costos y 5% en tasa de evaluación del Rediseño PTAR

ANALISIS DE SENSIBILIDAD								
Indicadores financieras: incremento de 5% en costos y 5% en tasa de evaluación								
FLUJO NETO DE EFECTIVO								
Año de operación	Ingresos totales*	Inversiones para el proyecto			Valor de Rescate		Flujo Neto de Efectivo	
		Egresos totales	Fija	Diferida	Cap de trab.	Valor Residual		Recup. De cap. De Trab.
0	-	-	48.647,36	1.030,00	1.058,79			-50.736,15
1	56.794,86	30.924,80						25.870,07
2	56.794,86	31.627,27						25.167,59
3	56.794,86	31.965,88						24.828,99
4	56.794,86	32.560,11						24.234,75
5	56.794,86	33.373,31				1.030,00	1.058,79	25.510,34
CALCULO DEL VAN, R/B/C Y TIR CON UNA TASA DE DESCUENTO DEL 25%								
Año de operación	Costos totales (\$)	Beneficios totales (\$)	Factor de actualización 25,0%	Costos actualizados (\$)	Beneficios actualizados (\$)	Flujo neto de efectivo act. (\$)		
0	50.736	0	1,000	50.736,15	0,00	-50.736,15		
1	30.925	56.795	0,800	24.739,84	45.435,89	20.696,05		
2	31.627	56.795	0,640	20.241,46	36.348,71	16.107,26		
3	31.966	56.795	0,512	16.366,53	29.078,97	12.712,44		
4	32.560	56.795	0,410	13.336,62	23.263,18	9.926,56		
5	33.373	58.884	0,328	10.935,77	19.295,00	8.359,23		
Total	177.814	286.063		136.366,36	153.421,75	17.065,38		
Los indicadores financieros que arroja el proyecto son:								
VAN=			17.065,38	Se acepta				
TIR =			40,80%	Se acepta				
B/C =			1,13	Se acepta				

El VAN, TIR y Análisis Beneficio Costo calculados en la figura 5.18 son en base a la tasa efectiva anual del 25 %, incremento de 5% en costos y 5% en tasa de evaluación y como se observa si se acepta.

Figura 5.19 Tabla Análisis de Sensibilidad, reducción de ingresos de 5% en costos y 5% en tasa de evaluación del Rediseño PTAR

ANALISIS DE SENSIBILIDAD								
Indicadores financieras: reducción de ingresos de 5% en costos y 5% en tasa de evaluación								
FLUJO NETO DE EFECTIVO								
Año de operación	Ingresos totales*	Inversiones para el proyecto				Valor de Rescate		Flujo Neto de Efectivo
		Egresos totales	Fija	Diferida	Cap de trab.	Valor Residual	Recup. De cap. De Trab.	
0	-	0	48.647,36	1.030,00	1.058,79			-50.736,15
1	54.090,35	29.452						24.638,16
2	54.090,35	30.121						23.969,13
3	54.090,35	30.444						23.646,65
4	54.090,35	31.010						23.080,72
5	54.090,35	31.784				1.030,00	1.058,79	24.395,03
CALCULO DEL VAN, R B/C Y TIR CON UNA TASA DE DESCUENTO DEL 25%								
Año de operación	Costos totales (\$)	Beneficios totales (\$)	Factor de actualización 25,0%	Costos actualizados (\$)	Beneficios actualizados (\$)	Flujo neto de efectivo act. (\$)		
0	50.736	0	1,000	50.736,15	0,00	-50.736,15		
1	29.452	54.090	0,800	23.561,75	43.272,28	19.710,53		
2	30.121	54.090	0,640	19.277,58	34.617,82	15.340,24		
3	30.444	54.090	0,512	15.587,17	27.694,26	12.107,09		
4	31.010	54.090	0,410	12.701,54	22.155,41	9.453,86		
5	31.784	56.179	0,328	10.415,02	18.408,78	7.993,76		
Total	171.763	272.541		132.279,21	146.148,54	13.869,33		
Los indicadores financieros que arroja el proyecto son:								
VAN=			13.869,33	Se acepta				
TIR =			37,93%	Se acepta				
B/C =			1,10	Se acepta				

El VAN, TIR y Análisis Beneficio Costo calculados en la figura 5.19 son en base a la tasa efectiva anual del 25 %, reducción de ingresos de 5% en costos y 5% en tasa de evaluación y como se observa si es factible el proyecto del rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- 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.

- Durante el desarrollo del proyecto, los resultados obtenidos de las pruebas realizadas, mostraron que:
 - a) El sistema existente no garantizaba la remoción de los constituyentes más importantes PH, TDS, SST, Aceites y grasas; DBO₅, DQO.
 - b) No se evidenció la existencia de un monitoreo constante que conlleve a realizar un correcto mantenimiento del sistema ya así evitar errores y malos procesos.

- Al realizarse el proyecto propuesto, se alcanzará un gran beneficio para el ecosistema y un aporte valioso para el desarrollo de la población por la importancia que tiene la depuración de las aguas residuales industriales.

- La operación y mantenimiento también resulta poco costosa, ya que no necesita de mano de obra especializada para ello.

- El presente documento servirá como base para la ejecución del proyecto ya que este cuenta con la información obtenida en forma directa de las precisas condiciones del área de influencia de dicho estudio, para poder facilitar a su construcción en el futuro.

- Al terminar el proceso de la PTAR se obtendrán 2 productos que son:
 - a) Agua residual tratada
 - b) Fangos de desecho

Recomendaciones

- Para garantizar la calidad del diseño se debe ejecutar el proyecto tal como se contempla en las especificaciones técnicas, ya que fueron estipuladas especialmente para esta investigación.
- En base a los resultados obtenidos en las pruebas realizadas de las aguas residuales, es necesario que GONDI S.A. mejore su planta de tratamiento de aguas residuales, dependiendo de los contaminantes a remover y el grado de remoción de los mismos, así como también los caudales a tratar, ya que la ley así lo exige en cada industria antes de botar los efluentes a la red de alcantarillado público.
- Es muy importante que exista una buena fase de operación y mantenimiento para evitar malos procesos. Se recomienda monitorear constantemente el procedimiento y proceder a corregir inmediatamente errores.
- Tomar en cuenta los precios que se han utilizado en la elaboración del Presupuesto general ya que la cuantificación económica del proyecto ha sido reflejada en precios actuales.

- Se recomienda que al agua residual tratada se le dé el uso que se detalla a continuación:
 - a) Limpieza de áreas exteriores como patios, calles vehiculares.
 - b) Riego de jardines y plantas.
 - c) Baterías sanitarias.

APENDICES

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 esorrentía, 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 Isotherma

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, bupiridilos, 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, construidos 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

Continua...

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
Piomo (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

Continua...

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 Permissible
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 Permissible
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
Niquel	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.	mg/l	0,5	0,5	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs		mg/l	0,001	0,001	0,001
Oxígeno Disuelto	O.D.	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
Amoniaco	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 Máxima 20	Condiciones naturales + 3 Máxima 32	Condiciones naturales + 3 Máxima 32
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		200	200	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

Continua...

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
Nitros	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-)			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 olor, 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- dicioetano		µg/l	850
Tricloroetano		µg/l	250
Tetracloroetano		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

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
Pesticidas Organoclorados			
DDD, DDE, DDT (Suma) ⁴		µg/l	0,005
Drins (Suma) ⁵		µg/l	0,05
HCH-Compuestos (Suma) ⁶		µg/l	0,5
Carbamatos			
Carbaril		µg/l	0,05
Carbofuran		µg/l	0,05
Maneb		µg/l	0,05
Organonitrogenados			
Atrazina		µg/l	0,05
Compuestos remanentes			
Ciclohexanos		µg/l	7 500
Ftalatos (Suma) ⁷		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, excoptuándose 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)

⁴ Suma de DDD, DDE y DDT.

⁵ Suma de Aldrin, Endrin, y Dieldrin.

⁶ Suma de los isómeros del Hexaclorociclohexano: alfa, beta, gamma.

⁷ 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):

MAE 1

PROYECTO
NORMA AMBIENTAL

2002-08

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-NO3) - Bicarbonato (HCO3)	mg/l meq/l	5,0 1,5	5,0 1,5	30,0 9,5	>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.

MAE 1

**PROYECTO
NORMA AMBIENTAL**

2002-08

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 fofante	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 sechi.			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:

- a) Contacto primario, como en la natación y el buceo, incluidos los baños medicinales y
- b) 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	Limite 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 visible	mg/l	0,3
Sólidos flotantes			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 olor, 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 hidrocarburiífero.

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

Continua...

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
Cloroforno	Extracto carbón cloroforno (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

Continua..

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		^o 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 ⁻	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 2 178: 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."
- POYECTO 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

CODIFICACIÓN DE LA LEY DE AGUAS

CODIFICACION 2004 – 016

H. CONGRESO NACIONAL
LA COMISIÓN DE LEGISLACIÓN Y CODIFICACIÓN
RESUELVE EXPEDIR:

CODIFICACIÓN DE LA LEY DE AGUAS
CODIFICACIÓN 2004 - 016

Esta Codificación fue elaborada por la Comisión de Legislación y Codificación, de acuerdo con lo dispuesto en el número 2 del Art. 139 de la Constitución Política de la República.

TÍTULO I
DISPOSICIONES FUNDAMENTALES

Art. 1.- Las disposiciones de la presente Ley regulan el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos y formas.

Art. 2.- Las aguas de ríos, lagos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes, y las subterráneas, afloradas o no, son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible; no son susceptibles de posesión, accesión o cualquier otro modo de apropiación. No hay ni se reconoce derechos de dominio adquiridos sobre ellas y los preexistentes sólo se limitan a su uso en cuanto sea eficiente y de acuerdo con esta Ley.

Art. 3.- Para los fines de esta Ley, decláranse también bienes nacionales de uso público todas las aguas, inclusive las que se han considerado de propiedad particular. Sus usuarios continuarán gozándolas como titulares de un derecho de aprovechamiento de conformidad con esta Ley.

Art. 4.- Son también bienes nacionales de uso público, el lecho y subsuelo del mar interior y territorial, de los ríos, lagos o lagunas, quebradas, esteros y otros cursos o embalses permanentes de agua.

Art. 5.- Por derecho de aprovechamiento se entenderá la autorización administrativa, intransferible, para el uso de las aguas con los requisitos prescritos en esta Ley; salvo el caso de transferencia de dominio, con la sola presentación del título de propiedad del predio por parte de su adquirente, el CNRH traspasará automáticamente la concesión del derecho de uso del agua en forma total o proporcional a la superficie vendida al nuevo titular.

Las aguas destinadas a un inmueble o industria, podrán ser usadas por el mero tenedor de éstas, en las mismas condiciones y con las limitaciones que tuvo el titular del derecho de aprovechamiento.

Se respeta el derecho adquirido de las actuales concesiones legalmente otorgadas, las mismas que estarán sujetas a los derechos y condiciones establecidos en la presente Ley y sus Reglamentos, para su aprovechamiento.

Art. 6.- El concesionario de un derecho de aprovechamiento de aguas tiene igualmente la facultad de constituir las servidumbres de tránsito, acueducto y conexas. Está obligado a efectuar las obras necesarias para ejercitar tales derechos.

Art. 7.- La concesión de un derecho de aprovechamiento de aguas, estará condicionado a las disponibilidades del recurso y a las necesidades reales del objeto al que se destina.

Art. 8.- Las personas que hubiesen adquirido derechos de aprovechamiento de aguas, no podrán oponerse a que otros interesados utilicen las aguas del mismo cauce, y por lo tanto a éstos les está permitido colocar el correspondiente bocacaz, cuyas obras no podrán perjudicar a los poseedores anteriores.

La limitación y regulación del uso de las aguas a los titulares de un derecho de aprovechamiento, corresponde al Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 9.- Los dueños de predios lindantes con cauces públicos podrán poner defensas contra las aguas en sus respectivas márgenes, por medio de plantaciones, muros, estacadas, revestimientos, etc. Antes de colocarlas, deben ponerlas en conocimiento del Consejo Nacional de Recursos Hídricos, quien, previa inspección, las autorizará o no.

Art. 10.- Los terrenos que fuesen inundados por crecidas, continuarán siendo de propiedad privada, si ésta fue la calidad que tenían antes de la misma.

Art. 11.- Cuando una laguna o río varíe o cambie de cauce, con perjuicio de las propiedades adyacentes a las riberas, los dueños de éstas, con autorización del Consejo Nacional de Recursos Hídricos, podrán hacer las obras necesarias para restituir las aguas a su acostumbrado lecho; la parte de éste que permanentemente quedó en seco revertirá a las heredades contiguas, de conformidad con lo dispuesto sobre la materia en el Código Civil. Para ejercitar este derecho, los interesados tendrán el plazo de dos años, contados desde la fecha en que cambió el cauce de la corriente.

El mismo derecho podrá ejercitarse para ejecutar, con permiso del Consejo Nacional de Recursos Hídricos, obras de defensa en los cauces o vasos de las corrientes de depósitos que tiendan a causar con su cambio de posición, perjuicio a los dueños de propiedades adyacentes a las riberas.

Art. 12.- El Estado garantiza a los particulares el uso de las aguas, con la limitación necesaria para su eficiente aprovechamiento en favor de la producción.

Art. 13.- Para el aprovechamiento de los recursos hidrológicos, corresponde al Consejo Nacional de Recursos Hídricos:

- a) Planificar su mejor utilización y desarrollo;
- b) Realizar evaluaciones e inventarios;
- c) Delimitar las zonas de protección;
- d) Declarar estados de emergencia y arbitrar medidas necesarias para proteger las aguas; y,
- e) Propender a la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas.

Art. 14.- Sólo mediante concesión de un derecho de aprovechamiento, pueden utilizarse las aguas, a excepción de las que se requieran para servicio doméstico.

Art. 15.- El beneficiario de un derecho de aprovechamiento de aguas, está obligado a construir las obras de toma, conducción, aprovechamiento y las de medición y control para que discurran únicamente las aguas concedidas, las mismas que no podrán ser modificadas ni destruidas cuando ha concluido el plazo de la concesión, sino con autorización del Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

La unidad de medida de caudal es el litro por segundo o su múltiplo el metro cúbico por segundo. La unidad de medida de volumen es el metro cúbico.

Art. 16.- Son obras de carácter nacional la conservación, preservación e incremento de los recursos hidrológicos.

Art. 17.- El Estado recuperará el valor invertido en los canales de riego para uso agropecuario, en función de la capacidad de pago de los beneficiarios, mediante títulos de crédito emitidos por las Corporaciones Regionales de Riego, Agencias de Aguas y demás entidades estatales vinculadas con este servicio público, cuando la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego se encuentren total o parcialmente bajo la responsabilidad de estos organismos.

Una vez realizado el proceso de transferencia de los sistemas y canales de riego estatales a favor de las organizaciones de usuarios privados o Juntas de Regantes legalmente constituidas, y encontrándose a cargo de éstas la administración, mantenimiento y operación de la infraestructura del sistema de riego, el Estado, las Corporaciones Regionales de Riego y demás entidades de derecho público o privado, con finalidad social o pública, no cobrarán a los usuarios la tarifa básica.

Art. 18.- Por las concesiones del derecho de aprovechamiento de aguas que otorgue el Estado, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, cobrará las tarifas que se fije en reglamento tanto a las personas naturales como a las jurídicas.

Las concesiones del derecho de aprovechamiento de aguas destinadas a agua potable, a producción de energía eléctrica para servicio público, así como para empresas industriales que la generen en su propia planta o plantas, están exoneradas del pago de tarifas indicadas en el artículo anterior.

Art. 19.- Los valores recaudables y los derechos de concesión a que se refieren los dos artículos anteriores, se harán en la proporción y condiciones que se establezcan en el Reglamento que formulará el Consejo Nacional de Recursos Hídricos y que será expedido por la Función Ejecutiva.

TÍTULO II DE LA CONSERVACIÓN Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS

CAPÍTULO I DE LA CONSERVACIÓN

Art. 20.- A fin de lograr las mejores disponibilidades de las aguas, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, prevendrá, en lo posible, la disminución de ellas, protegiendo y desarrollando las cuencas hidrográficas y efectuando los estudios de investigación

correspondientes. Las concesiones y planes de manejo de las fuentes y cuencas hídricas deben contemplar los aspectos culturales relacionados a ellas, de las poblaciones indígenas y locales.

Art. 21.- El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.

CAPÍTULO II DE LA CONTAMINACIÓN

Art. 22.- Prohíbese 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, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición.

Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua. La denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo.

TÍTULO III DE LA ADQUISICIÓN DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Art. 23.- Las concesiones de un derecho de aprovechamiento de aguas son:

- a) "Ocasionales", sobre recursos sobrantes;
- b) "De plazo determinado", para riego, industrias y demás labores productivas; y,
- c) "De plazo indeterminado", para uso doméstico.

Art. 24.- La autorización de utilización de aguas estará subordinada al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que no interfiera otros usos;
- b) Que las aguas, en calidad y cantidad sean suficientes; y,
- c) Que los estudios y obras necesarios para su utilización hayan sido aprobados previamente por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 25.- Cuando las aguas disponibles sean insuficientes para satisfacer múltiples requerimientos, se dará preferencia a los que sirvan mejor al interés económico-social del País.

Art. 26.- Podrá otorgarse en una misma concesión dos o más derechos de aprovechamiento de aguas para utilización múltiple.

Art. 27.- En la autorización de un derecho de aprovechamiento de aguas se determinará los fines y lugares a que deben destinarse.

Art. 28.- Para cumplir con el objetivo de esta Ley, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, registrará obligatoriamente las concesiones de los derechos de aprovechamiento de aguas.

Art. 29.- Cuando deban construirse obras para la conservación y mejoramiento de las servidumbres de acueducto y conexas, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos puede disponer la suspensión temporal del uso de las aguas.

Art. 30.- En las concesiones de derechos de aprovechamiento de agua que se relacionen con la navegabilidad y flotación, se contará con la Armada Nacional; y, si afectaren a la seguridad nacional, se requerirá además del informe favorable del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

Art. 31.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos podrá cancelar, suspender o modificar una concesión de aguas, cuando el usuario no la aproveche en forma eficiente, o la utilice de modo distinto o con finalidad diversa a la señalada en la concesión. En ningún caso se reconocerá el pago de indemnizaciones por obras realizadas.

Art. 32.- Los derechos de aprovechamiento de agua caducan al terminar el objeto para el que se concedieron, al finalizar el plazo de la autorización o por manifiesta disminución del recurso que haga imposible el uso del agua.

Art. 33.- Indemnizaciones.- Los campesinos y agricultores que resulten perjudicados por afectaciones a sus derechos de aprovechamiento de aguas, en beneficio de sectores urbanos, serán indemnizados por las entidades beneficiarias no solamente por la privación del uso del agua, sino también por las inversiones realizadas para aprovechar tales derechos, incluyendo el daño emergente y el lucro cesante.

Art. 34.- Uso de aguas por varios concesionarios.- En una misma concesión podrán otorgarse dos o más derechos de aprovechamiento de aguas de utilización distinta, sean consuntivos o no consuntivos. Los concesionarios no podrán unilateralmente usar el agua afectando los derechos de otros concesionarios.

TÍTULO IV DE LOS USOS DE AGUAS Y PRELACIÓN

Art. 35.- Los aprovechamientos de agua están supeditados a la existencia del recurso, a las necesidades de las poblaciones, del fundo o industria y a las prioridades señaladas en esta Ley.

Art. 36.- Las concesiones del derecho de aprovechamiento de agua se efectuarán de acuerdo al siguiente orden de preferencia:

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

En casos de emergencia social y mientras dure ésta, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos podrá variar el orden antes mencionado, con excepción del señalado en el literal a).

Art. 37.- Todo cambio de bocatoma o traslado de derechos de agua en cauces naturales o artificiales, sólo podrán efectuarse con la autorización del Consejo Nacional de Recursos Hídricos. Se precisará también de esta autorización para la construcción de embalses.

Art. 38.- Si varios usuarios llevan sus aguas por un acueducto común, cada uno de ellos puede desviar en el lugar más conveniente las que le corresponden, siempre que no se haga más onerosa la servidumbre para los respectivos predios sirvientes, que no se perjudique el derecho de los demás usuarios, y que se indemnicen los perjuicios que la desviación ocasione.

A petición de parte interesada, los usuarios están obligados a poner un medidor en el punto en que desvían las aguas para su predio, a fin de que pase solamente la cantidad de agua a que tiene derecho y pueda continuar el sobrante por el cauce común.

Las reclamaciones se tramitarán según lo establecido en esta Ley.

TÍTULO V DE LAS CONCESIONES DEL DERECHO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PARA USO DOMÉSTICO Y DE SANEAMIENTO

Art. 39.- Las concesiones de agua para consumo humano, usos domésticos y saneamientos de poblaciones, se otorgarán a los Municipios, Consejos Provinciales, Organismos de Derecho Público o Privado y particulares, de acuerdo a las disposiciones de esta Ley.

TÍTULO VI DE LAS CONCESIONES DEL DERECHO DE APROVECHAMIENTO PARA RIEGO

Art. 40.- Las concesiones de un derecho de aprovechamiento de agua para riego, se otorgarán exclusivamente a quienes justifiquen necesitarlas, en los términos y condiciones de esta Ley.

Art. 41.- Las aguas destinadas al riego podrán extraerse del subsuelo, glaciares, manantiales, cauces naturales y artificiales cuando exista tal necesidad y en la medida determinada técnicamente por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

TÍTULO VII DE LAS AGUAS PARA FINES ENERGÉTICOS, INDUSTRIALES Y MINEROS

Art. 42.- Se concederán derechos de aprovechamiento de aguas para la generación de energía destinada a actividades industriales y mineras, especialmente a las contempladas en el Plan General de Desarrollo del País.

Las aguas destinadas a la generación de energía y trabajos mineros, deberán ser devueltas a un cauce público, obligándose el concesionario a tratarlas, si el Consejo Nacional de Recursos Hídricos lo estimare necesario.

TÍTULO VIII CONCESIÓN DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Art. 43.- Nadie podrá explotar aguas subterráneas sin autorización del Consejo Nacional de Recursos Hídricos y, en caso de encontrarlas, la concesión de derechos de aprovechamiento está sujeta, a más de las condiciones establecidas en el Art. 24, a las siguientes:

- a) Que su alumbramiento no perjudique las condiciones del acuífero ni el área superficial comprendida en el radio de influencia del pozo o galería; y,
- b) Que no produzca interferencia con otros pozos, galerías o fuentes de agua y en general a otras afloraciones preexistentes.

Art. 44.- Las autorizaciones para efectuar trabajos de alumbramiento de aguas subterráneas, podrán otorgarse inclusive en terrenos de terceros, quienes tendrán preferencia para ser concesionarios de los excedentes.

Art. 45.- En cualquier tiempo el Consejo Nacional de Recursos Hídricos dispondrá, de oficio, o a solicitud de parte, las modificaciones de los métodos, sistemas o instalaciones de alumbramientos de agua, inadecuados.

Art. 46.- Las personas naturales o jurídicas que realicen perforaciones para alumbrar aguas subterráneas estarán obligadas a obtener del Consejo Nacional de Recursos Hídricos la licencia respectiva.

Art. 47.- El que, por cualquier motivo, particularmente por prospecciones mineras, perforare el suelo y descubriere aguas subterráneas está obligado a dar inmediatamente aviso al Consejo Nacional de Recursos Hídricos y a proporcionar los estudios y datos técnicos que obtuviere con este motivo.

TÍTULO IX DE LAS AGUAS MINERALES, TERMALES Y MEDICINALES

Art. 48.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos tendrá a su cargo el estudio y control de la exploración y explotación de las aguas minerales, termales y medicinales y deberá, dentro de los plazos que se señalen en el reglamento respectivo, inventariar, clasificar y evaluar la utilidad terapéutica, industrial y turística de dichas fuentes, en coordinación con el Ministerio de Turismo y previo el dictamen técnico del Ministerio de Salud Pública.

Art. 49.- Las aguas minerales, termales y medicinales se explotarán preferentemente por el Estado, Municipalidades o mediante concesiones del derecho de aprovechamiento a particulares, y también celebrando contratos de asociación, para destinarlas a centros de recuperación, balnearios, plantas de envase, etc.

Los actuales usuarios, continuarán gozando del derecho de aprovechamiento mientras se celebren los contratos de asociación, o se otorguen las concesiones previstas en esta Ley. A la finalización del plazo de la concesión, o antes de éste, si se dejare de explotar las aguas a que se refiere este artículo, las obras e instalaciones pasarán a ser de propiedad del Estado sin indemnización alguna.

TÍTULO X CONCESIÓN DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS REMANENTES

Art. 50.- Cualquiera persona puede denunciar y adquirir derechos de aprovechamiento de las aguas remanentes de una heredad o industria.
El lugar de captación de las aguas remanentes lo determinará el Consejo Nacional de Recursos Hídricos. Dicho lugar puede estar situado dentro o fuera del fundo o industria del que se captan las aguas.

TÍTULO XI DEL RIEGO Y SANEAMIENTO DEL SUELO

Art. 51.- Decláranse obras de carácter nacional el riego de las tierras secas del país y el saneamiento del suelo de las zonas inundadas.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, como Organismo ejecutor del Ministerio de Agricultura y Ganadería, aprobará y supervisará los estudios, realización de las obras de riego y saneamiento del suelo, así como su posterior utilización.

Art. 52.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos determinará la disponibilidad de las aguas de los ríos, lagos, lagunas, aguas corrientes o estancadas, aguas lluvias, superficiales o subterráneas y todas las demás que contemplan esta Ley, como aptas para los fines de riego.

TÍTULO XII DE LA OBLIGATORIEDAD DEL RIEGO

Art. 53.- Es obligatoria la utilización para riego de las aguas conducidas por canales de regadío construidos con fondos del Estado.

Están sujetas a la obligación prevista en el inciso anterior, las heredades dominadas por los canales mencionados y que tengan una pendiente menor del veinte por ciento.

El caudal será fijado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 54.- Quedan excluidos de la obligatoriedad:

- a) Los inmuebles cuyo suelo no permita una eficiente producción agrícola, mientras las tierras no hayan sido recuperadas; y,
- b) Los inmuebles que dispongan de agua suficiente.

Para el caso contemplado en el literal b), se tendrá en cuenta la superficie regable y la dotación de aguas; si ésta es insuficiente, el propietario del inmueble estará obligado a utilizar del canal la cantidad necesaria para completar la dotación mínima de agua. Estas excepciones serán declaradas por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 55.- Las personas obligadas a la utilización de aguas pagarán la tarifa respectiva, la utilicen o no, debiendo tomarse en cuenta para establecer dicha tarifa, la amortización del capital invertido en el canal y obras complementarias, los gastos de operación y mantenimiento y el tiempo necesario de utilización, en las proporciones y condiciones que serán regulados en el reglamento, que, elaborado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, deberá ser expedido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

El valor de la tarifa volumétrica, es decir el valor del caudal consumido, calculado sobre la base del promedio histórico de los últimos tres años, así como el valor del derecho de

concesión serán fijados de conformidad con la Ley, por el Estado, las Corporaciones Regionales de Riego y demás entidades vinculadas al servicio público de riego; y únicamente en el caso de la tarifa volumétrica, ésta será recaudada y administrada por las organizaciones de usuarios privados, Juntas de Regantes y Directorios de Aguas legalmente constituidas, que tengan a su cargo la administración, operación y el mantenimiento del sistema de riego. Del total de los valores recaudados por concepto de la tarifa volumétrica, es decir el valor del caudal consumido, las organizaciones de usuarios privados, Juntas de Regantes y Directorios de Aguas legalmente constituidos, destinarán el 85% al mantenimiento y operación de los sistemas de riego, y máximo hasta el 15% para gastos de administración.

Los usuarios privados, de conformidad con los estatutos de las organizaciones, Juntas de Regantes y Directorios de Aguas, aportarán recursos adicionalmente para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego bajo su responsabilidad.

Art. 56.- El Banco Nacional de Fomento establecerá líneas especiales de crédito para las finalidades contempladas en este Título previo estudio y cálculo que para la fijación anual remitirá el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

TÍTULO XIII DE LAS PROPIEDADES MARGINALES

Art. 57.- La faja marginal de terreno que se mantendrá obligatoriamente en las propiedades aledañas a álveos naturales, acueductos, etc., en orden a facilitar la navegación, el tránsito y más servicios, la fijará el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, sin lugar a indemnización; sus usuarios serán responsables de los daños que causen por el mal uso.

TÍTULO XIV DE LOS ESTUDIOS Y OBRAS

Art. 58.- Las obras que permitan ejercitar un derecho de aprovechamiento de aguas se sujetarán a las especificaciones técnicas y generales, estudios y proyectos aprobados por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos; su incumplimiento, será sancionado con la suspensión, retiro, modificación, reestructuración o acondicionamiento de las obras o instalaciones.

Art. 59.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos dispondrá el cerramiento de pozos o galerías cuando interfieran el flujo subterráneo que alimenta a otros de más antiguo funcionamiento.

Art. 60.- Todo el que se halla incurrido en los casos comprendidos en los artículos precedentes, deberá cumplir lo dispuesto por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, dentro del plazo que éste fije y, de no hacerlo, el Consejo lo hará por cuenta y cargo exclusivos de aquél. El obligado será responsable de los daños y perjuicios que ocasione.

Art. 61.- A los usuarios de aguas que, dentro del plazo que se les señale, no construyan las obras o no efectúen las instalaciones que haya ordenado el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, se les suspenderá la concesión hasta que sean ejecutadas.

Art. 62.- Ningún propietario de tierras podrá oponerse a que en las márgenes de los ríos y demás álveos naturales se realicen obras de defensa para proteger de la acción de las aguas a otros predios o bienes.

**TÍTULO XV
DE LAS SERVIDUMBRES
CAPÍTULO I
SERVIDUMBRES NATURALES**

Art. 63.- Los predios inferiores están sujetos a recibir las aguas que naturalmente desciendan del predio superior, esto es, sin que la mano del hombre contribuya a ello.

Con autorización del Consejo Nacional de Recursos Hídricos, los propietarios de los predios referidos, podrán modificar el curso de las aguas, siempre que no causen perjuicio a terceros.

**CAPÍTULO II
DE LAS SERVIDUMBRES FORZOSAS**

Art. 64.- Toda heredad está sujeta a servidumbre de acueducto y sus conexas, tales como captación, construcción de obras de represamiento, extracción, conducción, desagüe, avenamiento del suelo, camino de paso y vigilancia, encauzamiento, defensa de las márgenes y riberas, etc., en favor de otra heredad que carezca de las aguas necesarias.

Los dueños de predios sirvientes, no podrán apacentar animales afectados de enfermedad contagiosa, junto a la acequia que atraviese sus terrenos, ni verter desechos, ni aguas infecciosas en ella.

Estas servidumbres, así como las modificaciones de las existentes y de las que se constituyan, son forzosas y serán establecidas como tales.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos autorizará las ocupaciones de terrenos para la ejecución de las obras a que se refiere este artículo.

Habrá lugar al pago de indemnización cuando se ocupen superficies mayores al diez por ciento del área total del predio o le causen desmejoras que excedan del cinco por ciento.

Art. 65.- A la servidumbre de acueducto corresponde también la de paso que se ejercerá en la forma necesaria para la vigilancia, limpieza y los demás fines establecidos en la presente Ley.

Art. 66.- Todo aquel que goce de una servidumbre que atraviese vías públicas o instalaciones, está obligado a construir y conservar las obras necesarias para que éstas no causen perjuicios.

Art. 67.- Si para ejercer un derecho de aprovechamiento de aguas fuere necesario utilizar un acueducto existente, el beneficiario contribuirá proporcionalmente a cubrir los gastos de mantenimiento y construcción de las obras necesarias. Serán también de su cuenta y cargo exclusivos los daños y perjuicios que cause.

Art. 68.- Cualquier modificación de una servidumbre establecida, será autorizada por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 69.- En caso de partición de predios, se establecerán las servidumbres necesarias para el uso de las aguas, con intervención del Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 70.- El dueño del predio sirviente tendrá derecho a pedir que se eviten las filtraciones, derrames o cualquiera otro perjuicio que se impute a defectos de construcción, conservación, operación y preservación, para lo cual el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, ordenará la construcción o reparación correspondiente, señalando el plazo dentro del cual debe realizarse.

Art. 71.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos impedirá plantaciones, construcciones y en general obras nuevas en los espacios laterales de la acequia, cuando afecten a la seguridad de la misma.

Art. 72.- El dueño del predio sirviente no adquiere derechos sobre las aguas que corran a través del mismo, pero puede utilizarlas, únicamente, para menesteres domésticos y abrevar animales sin estancarlas, desviarlas ni contaminarlas.

Art. 73.- Las servidumbres que permitan ejercitar un derecho de aprovechamiento de aguas, caducan en los siguientes casos:

- a) Si el que la solicitó no realiza las obras ordenadas en el plazo concedido;
- b) Cuando sin justa causa, permanece sin uso por más de dos años consecutivos;
- c) Al concluir el objeto para el cual se autorizó;
- d) Si la servidumbre es utilizada en un fin distinto de aquel para el cual se autorizó;
- e) Al concluir el plazo de la servidumbre temporal.

Art. 74.- Al declararse extinguida la servidumbre, revierten los bienes que fueron afectados por ella a la propiedad y uso exclusivos del predio sirviente.

Art. 75.- La constitución de servidumbres establecidas en este Título a favor de las Instituciones del Estado, a más de forzosas, son preferentes.

TÍTULO XVI DE LOS APROVECHAMIENTOS COMUNES, DE LOS DIRECTORIOS DE AGUAS Y DE LAS JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA POTABLE

Art. 76.- Si dos o más personas llevan agua por un acueducto común, cada una de ellas puede desviarlas en lo que estrictamente le corresponda, en el lugar más conveniente a sus intereses, siempre que no perjudique al derecho de los demás usuarios.

Si no hubiera acuerdo entre los usuarios, lo resolverá el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 77.- Los usuarios de un acueducto contribuirán proporcionalmente, según sus derechos a la limpieza, reparación y sostenimiento administrativo del mismo, así como para las construcciones y más obras necesarias para su mejoramiento y conservación.

Art. 78.- Si más de cinco personas tuvieran derecho de aprovechamiento común de aguas, se constituirán en Juntas Administradoras de agua potable; salvo lo dispuesto en el Art. 163 de la Ley de Régimen Municipal.

Sus estatutos, aprobados por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, determinarán la organización y funcionamiento de los mismos, así como el reparto, explotación y conservación de las aguas.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos intervendrá en todos los conflictos que se suscitaren en los directorios de aguas o juntas administradoras de agua potable y arbitrará las medidas convenientes a fin de que éstos cumplan sus funciones y atribuciones.

TÍTULO XVII DE LAS INFRACCIONES Y PENAS

Art. 79.- Quien infrinja las disposiciones de esta Ley, o de sus Reglamentos, será sancionado con una multa no menor a dos centavos de dólar de los Estados Unidos de América, según la gravedad y circunstancias de la infracción, y no mayor del 100% del beneficio obtenido por este medio ilícito o del 100% del perjuicio que hubiera ocasionado.

La reincidencia será sancionada además con la suspensión temporal del uso de las aguas.

Art. 80.- Sin perjuicio de lo establecido en el artículo anterior, el infractor deberá retirar la obra y volver las cosas a su estado anterior; reponer las defensas naturales o artificiales y pagar el costo de su reposición; en todo caso, será responsable de los daños y perjuicios ocasionados.

TÍTULO XVIII DE LA JURISDICCIÓN Y PROCEDIMIENTO

Art. 81.- La jurisdicción en los asuntos a que se refiere esta Ley, corresponde al Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

La organización administrativa para el ejercicio de esta jurisdicción se determinará en el Reglamento que será aprobado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Art. 82.- Los Jefes de Agencias o Distritos del Consejo Nacional de Recursos Hídricos ejercerán jurisdicción en sus respectivas zonas para tramitar y resolver en primera instancia los reclamos y asuntos referentes a esta Ley, de acuerdo a las normas previstas en el artículo anterior.

Art. 83.- En segunda y definitiva instancia conocerá y resolverá sobre los recursos que se interpongan en las decisiones de primera, el Consejo Consultivo de Aguas que estará integrado por dos delegados del Consejo Directivo del Consejo Nacional de Recursos Hídricos nombrados de su seno y el Secretario General de dicha Entidad, y por su delegación, el Jefe de la División de Recursos Hidrológicos.

Art. 84.- Quien se considere perjudicado por las resoluciones a que se refiere el artículo anterior, podrá recurrir ante el Tribunal Distrital de lo Contencioso Administrativo.

Art. 85.- Quien desee obtener la concesión de un derecho de aprovechamiento de aguas y servidumbres, lo solicitará en la forma determinada por esta Ley.

Art. 86.- En la petición se determinarán y acompañarán los siguientes elementos:

- a) Nombre del río, fuente, etc., de donde se tomarán las aguas, parroquia, cantón y provincia;
- b) El caudal que necesita y de donde va a captarlo o alumbrarlo;
- c) Los nombres y domicilios de los usuarios conocidos;
- d) El objeto al que va a destinarlo;
- e) Las obras e instalaciones que efectuará para utilizar las aguas;
- f) El tiempo en que ejecutará las obras; y,
- g) Los estudios y planos técnicos que justifiquen y definan la solicitud, en la extensión y análisis que determinen los correspondientes reglamentos.

Art. 87.- El jefe de Agencia o Distrito calificará la petición y de ser procedente, dispondrá:

- a) Que se cite a los usuarios, conocidos o no, por la prensa, mediante la publicación de un extracto de la petición, por tres veces, mediando de una a otra el plazo de ocho días, y por carteles que se fijarán en tres de los parajes más frecuentados de la cabecera parroquial en donde se propone abrir la bocatoma, pozo o galería, sin perjuicio de efectuar citaciones personales a los usuarios conocidos.

Las publicaciones por la prensa se harán en el periódico que el Jefe de Agencia o Distrito designe; de no editarse ninguno en el cantón respectivo o en la capital de la provincia, en uno de los de Quito, Guayaquil o Cuenca.

- b) Que uno o más peritos, que serán designados del personal técnico del Consejo Nacional de Recursos Hídricos, informen sobre los asuntos referentes a la petición; y,
- c) La obligación de los interesados de señalar domicilio dentro del respectivo perímetro legal.

Art. 88.- Después del término de veinte días de efectuada la última publicación por la prensa, si no se presentara oposición y no fuere necesario practicar prueba el Jefe de la Agencia o Distrito expedirá la resolución dentro del término de cinco días.

De presentarse oposición, se convocará a audiencia de conciliación y de no haber acuerdo entre las partes, en la misma diligencia se abrirá la causa a prueba por un término de diez días.

Concluido el término de prueba, el Jefe de la Agencia o Distrito del Consejo Nacional de Recursos Hídricos expedirá resolución dentro del plazo de treinta días.

Art. 89.- Las reformas a las concesiones de los derechos de aprovechamiento de agua, podrán resolverse como incidente dentro de la misma causa.

Art. 90.- Las servidumbres forzosas previstas en esta Ley, se solicitarán al Jefe de la Agencia o Distrito del Consejo Nacional de Recursos Hídricos del lugar en que se

encuentren ubicados los bienes raíces que se propone hacerlos sirvientes. Si dichos bienes estuvieran ubicados en varias jurisdicciones, el peticionario podrá elegir entre los Jefes de Agencia o Distrito de cualquiera de ellas.

Art. 91.- Para el establecimiento o modificaciones de servidumbres se observará, el procedimiento previsto en los artículos que anteceden, con excepción de las publicaciones por la prensa y la fijación de carteles.

Art. 92.- Dentro del término de diez días de notificadas las partes con la resolución de primera instancia, se podrá interponer recurso de apelación o de nulidad, o ambos, en vía administrativa, ante el Consejo Consultivo de Aguas quien resolverá por los méritos de lo actuado.

El Consejo Consultivo de Aguas expedirá la resolución administrativa dentro del término de treinta días de recibido el expediente.

Art. 93.- El juicio de indemnización por daños y perjuicios originados en servidumbres, se tramitará ante los Jueces de lo Civil, de conformidad con las leyes respectivas.

Art. 94.- Sin perjuicio de la ocupación de los bienes raíces, si hubiera controversia sobre la entrega del valor consignado en concepto de indemnizaciones, dicho valor se pondrá a disposición del Juez de lo Civil respectivo, a fin de que resuelva lo conveniente.

Art. 95.- Las sentencias y resoluciones previstas en esta Ley se inscribirán en el Registro del Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 96.- Las autoridades administrativas de primera y segunda instancia aplicarán la Ley con amplio criterio de equidad, apreciarán las pruebas de acuerdo con las reglas de una sana crítica y podrán ordenar, de oficio cuantas diligencias y pruebas estimen convenientes.

Art. 97.- El Juzgamiento de las infracciones administrativas y la imposición de las sanciones administrativas previstas en esta Ley, corresponden al Jefe de la Agencia o Distrito dentro de cuya jurisdicción se hubieren cometido. Dichas resoluciones serán inapelables en la vía administrativa.

Art. 98.- Para la presentación y concesión de los recursos previstos en el Art. 90, en lo no previsto en esta Ley, se estará a las disposiciones del Código de Procedimiento Civil.

Art. 99.- En ningún caso se sacrificará la aplicación de esta Ley por la omisión de formalidades.

TÍTULO XIX DISPOSICIONES GENERALES

Art. 100.- Es obligatorio para todos los usuarios de aguas registrar en el Consejo Nacional de Recursos Hídricos el aprovechamiento de ellas, con determinación de la fuente de captación y del caudal que les corresponda.

Esta inscripción, que será gratuita, se harán en el plazo de un año. Su incumplimiento dará lugar a las sanciones previstas en el Artículo 78 de esta Ley.

Art. 101.- Cualquier persona podrá almacenar aguas lluvias en aljibes, cisternas o en pequeños embalses, para fines domésticos, de riego, industriales y otros, siempre que no perjudique a terceros. Para la ejecución de obras destinadas a almacenamiento de agua de más de 200 metros cúbicos, se requerirá de planificación que debe ser aprobada previamente por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 102.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos proporcionará a las entidades encargadas de preparar o ejecutar programas de desarrollo, la cooperación y ayuda necesarias para el cabal cumplimiento de sus fines.

Art. 103.- Las atribuciones que se conceden al Consejo Nacional de Recursos Hídricos a través de esta Ley, se ejercerán sin perjuicio de las que le corresponden de acuerdo con su Ley constitutiva.

Art. 104.- Las disposiciones contempladas en los Arts. 17 y 55 de la presente Ley se aplicarán a los usuarios, Juntas y Directorios de Aguas de las Organizaciones legalmente establecidas en las jurisdicciones en las que tiene ámbito de competencia el Consejo Nacional de Recursos Hídricos -CNRH-; las Corporaciones Regionales de Desarrollo -CORSINOR, CODERECO, CORCICEN, CODERECH y CODELORO-; así como el CEDEGE, CRM, CREA y demás entidades públicas o privadas con finalidad social y pública que estén vinculadas con la administración de los sistemas de riego.

DISPOSICIONES ESPECIALES

Art. 105.- En cuanto a las aguas del mar, se estará a lo establecido en las leyes de la materia.

Art. 106.- Confiérese al Consejo Nacional de Recursos Hídricos jurisdicción coactiva para el cobro de los valores a recaudarse en virtud de esta Ley.

Art. 107.- Las controversias sobre aguas y asuntos conexos, actualmente pendientes, continuarán tramitándose hasta su terminación ante los mismos jueces, tribunales y organismos que las están conociendo, debiendo sujetarse las sentencias a las disposiciones de esta Ley.

Art. 108.- Deróganse el Decreto Supremo No- 369 publicado en el Registro Oficial No- 69 de 30 de Mayo de 1972 y todas las disposiciones legales que se opongan a esta Ley.

Art. 109.- La presente Ley entró en vigencia desde la fecha de su expedición, sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial; y de su ejecución encárguese todos los señores Ministros de Estado.

En adelante cítese la nueva numeración.

Esta Codificación fue elaborada por la Comisión de Legislación y Codificación, de acuerdo con lo dispuesto en el numero 2 del Art. 139 de la Constitución Política de la República.

Cumplidos los presupuestos del Art. 160 de la Constitución Política de la República, publíquese en el Registro Oficial.

Quito, 5 de Mayo de 2004

DR. RAMÓN RODRÍGUEZ NOBOA, DR. CARLOS DUQUE CARRERA
Presidente, Vicepresidente

DR. CARLOS SERRANO AGUILAR, DR. JACINTO LOAIZA MATEUS
Vocal, Vocal

DR. JOSÉ CHALCO QUEZADA, DR. ÍTALO ORDÓÑEZ VÁSQUEZ
Vocal, Vocal

DR. JOSÉ VÁSQUEZ CASTRO
Vocal

CERTIFICO:

ABG. DIEGO JARAMILLO CORDERO

Secretario de la Comisión de Legislación y Codificación

HAN SERVIDO COMO FUENTES PARA ESTA CODIFICACIÓN:

1. Constitución Política de la República (Año 1998)
2. Decreto Supremo 369, publicado en el Registro Oficial No. 69, de 30 de mayo de 1972.
3. Decreto Supremo 995, publicado en el Registro Oficial No. 381, de 31 de agosto de 1973.
4. Decreto Ejecutivo 2224, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 558, de 28 de octubre de 1994.
5. Ley de Régimen Municipal, codificada, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 331 del 15 de octubre de 1971.
6. Decreto Supremo No. 113, publicado en el Registro Oficial No. 26 del 22 de Marzo de 1972.
7. Decreto Supremo No. 1195, publicado en el Registro Oficial No. 196 del 1 de diciembre de 1972.
8. Ley de Modernización del Estado, Privatizaciones y Prestación de Servicios Públicos por parte de la Iniciativa Privada, publicada en el Registro Oficial No. 349 del 31 de diciembre de 1993.
9. Ley Orgánica de la Función Judicial, publicada en el Registro Oficial No. 636 del 11 de septiembre de 1974.
10. Código de Procedimiento Civil, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 687 del 18 de mayo de 1987.

APÉNDICE C

Tabla #5

ACONDICIONAMIENTO DE AGUAS PARA LA INDUSTRIA

TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DE CAMBIADORES CATIONICOS, (Continúa)

Grupo	Descripción	B. Datos de capacidad -- ciclo de sodio				C. Datos de capacidad -- ciclo de hidrógeno §, ¶			
		Cambiar	Regene- rante lb/pie³	Capacidad kgrs/pie³	Eficien- cia lbs/kgr.	Acido	Regene- rante lb/pie³	Capaci- dad kgrs/pie³	Eficien- cia lb/kgr
1	Zeolita natural arena- ra verde	(1), (2)	1.25	2.8	0.45				
2	Zeolita sintética de gel de sílice	(3)	3.2	8	0.40				
		(3)	4	9	0.45				
		(4), (5)	4	12	0.33				
		(3)	5	10	0.50				
		(4)	5	14	0.36				
		(4), (5)	6	15	0.40				
		(5)	6	17	0.53				
3	Carbón sulfonado	(6), (7), (8)	3.15	7	0.45	H ₂ SO ₄	2	8	0.25
4	Resina fenólica	(9)	.....	.....	.....	H ₂ SO ₄	4	8.2	0.49
		.....	.....	.....	.....		5	10.0	0.60
		.....	.....	.....	.....		8	11.1	0.75
		.....	.....	.....	.....		10	12.0	0.80
		.....	.....	.....	.....	HCl	4.5	10.5	0.43
		.....	.....	.....	.....		8.0	12.5	0.64
		.....	.....	.....	.....		12.5	14.5	0.86
		.....	.....	.....	.....		17.0	16.0	1.06
		.....	.....	.....	.....		21.0	17.0	1.23
					
5	Capacidad media, es- tirénica	(10), (11) (12)	3	12	0.25	H ₂ SO ₄	2.5	9.5	0.25
		.....	4	13.8	0.29		4.0	11.8	0.34
		.....	6	16.4	0.37		5.0	13.5	0.37
		.....	8	18.2	0.44		6.0	14.2	0.42
		.....	10	21.5	0.47		8.0	16.2	0.49
6	Alta capacidad, estiré- nica	(13), (14)	5	18	0.28	H ₂ SO ₄	2.5	9.0	0.28
		(15), (16)	6	24	0.25		4.0	10.5	0.38
		.....	6.6	22	0.30		5.0	11.0	0.45
		.....	7.5	22	0.34		6.0	12.0	0.50
		.....	8.4	24	0.35		7.5	13.5	0.55
		.....	10.0	25	0.40		8.0	15.0	0.53
		.....	13.5	27	0.50	10.0	25.0	0.40	
		.....	15	30	0.50	HCl	10.0	19.0	0.53
		.....	.....	.....	.....		15.0	21.6	0.70
		.....	.....	.....	.....		20.0	25.0	0.80
.....						

* Los nombres comerciales están identificados con los siguientes fabricantes: Arizona Mineral Corp. (5); Chemical Process Co. (9), (11); Dow Chemical Co. (Nalco Inc., Distribuidores) (12), (15); Nalco Inc. (4); Inflico Inc. (7), (8); The Permutit Co. (1), (3), (6), (16); Rohm & Haas Inc. (10), (13).

† Basado en una profundidad mínima de 30" (76.2 cm). Lechos más profundos pueden permitir flujos mayores.

‡ En donde no se da límite superior para el pH, se supone que el agua no es incrustante.

§ Los cambiadores del grupo 6 se prefieren para servicio en agua caliente.

¶ Los valores de capacidad para cambiadores cationicos en el ciclo de hidrógeno en los niveles más altos de regeneración son valores medios seleccionados de datos de los fabricantes, basados en tratar agua en la cual la alcalinidad constituye el 50 por ciento de los aniones y el sodio el 50 por ciento de los cationes. Se supone que la fuga no debe exceder del 2 por ciento. Pueden obtenerse mejores capacidades y eficiencias cuando el sodio es menor a las especificaciones menos rigurosas.

§ Pesos basados en H₂SO₄ de 60° Bé y HCl de 30 por ciento.

APÉNDICE D

Tabla #7

ACONDICIONAMIENTO DE AGUAS PARA LA INDUSTRIA

Tabla 7. FLUJO TOTAL A TRAVÉS DE FILTROS Y SUAVIZADORES CILÍNDRICOS VERTICALES

Dimensiones		Flujo, galones/pie ² /min de área del lecho					
Diámetro, pulgs	Área, pies ²	3	4	5	6	8	10
18	1.77	5	7	9	11	14	18
24	3.14	9	13	16	19	25	31
30	4.91	15	20	24	30	39	49
36	7.07	21	28	35	42	56	71
42	9.62	29	38	48	58	77	96
48	12.57	38	50	63	75	100	126
54	15.9	48	64	80	95	127	159
60	19.6	59	78	98	118	157	196
66	23.8	71	95	119	145	190	238
72	28.3	85	113	142	170	226	283
78	33.2	100	133	166	199	266	332
84	38.5	116	154	193	231	308	385
90	44.2	133	177	221	265	354	442
96	50.3	151	201	252	302	402	503
108	63.6	191	254	318	382	509	636
120	78.5	236	314	392	471	628	785
132	95.0	285	380	475	570	760	950
144	113.1	339	452	566	679	903	1131

BIBLIOGRAFÍA

[1] Sheppard T. Powell "Acondicionamiento de aguas para la industria", 1era edición, editorial Limusa – Wiley S.A.

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

[3] Nalco Chemical, "Manual de agua, su naturaleza, tratamiento y aplicaciones", tomo 1, McGraw Hill, 1996.

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

[5] Antonio Rodríguez Fernández-Alba
Pedro Letón García
Roberto Rosal García
Miriam Dorado Valiño
Susana Villar Fernández
Juana M. Sanz García

"Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales", CEIM
Dirección General de Universidades e Investigación

[6] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
División de Salud y Ambiente, "Especificaciones Técnicas Para el Diseño de
Trampas de Grasa", Lima, 2003

[7] Lesly Da Cámara, Mario Hernández y Luiselena Paz, "Manual de Diseño
de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Alimenticias"

[8] Memoria de cálculo DAF, Santa Fe (www.e-seia.cl)

[9] Como determinar el caudal de agua (www.Turbinas3hc.com)

PLANOS