



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

MODALIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

“INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DE ACTIVIDADES
AGROINDUSTRIALES REPRESENTATIVAS EN LA SIERRA NORTE DEL ECUADOR
CASO DE LA EMPRESA FLORICOLA FLORECAL S.A”

**Tesis previa la obtención del
título de Ingeniero en Gestión
Ambiental.**

Autor: Alejandro Cevallos Castells

Director: Ing. Fausto López

LOJA – ECUADOR

2009

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Loja, Octubre del 2009

Ingeniero
Fausto López
DOCENTE INVESTIGADOR DE LA UTPL

Que el trabajo de tesis denominado: "INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DE ACTIVIDADES AGROINDUSTRIALES REPRESENTATIVAS EN LA SIERRA NORTE DEL ECUADOR CASO DE LA EMPRESA FLORICOLA FLORECAL S.A" presentado por el Sr. Alejandro Cevallos Castells, ha sido dirigido, revisado y discutido en todas sus partes. Por lo cual autorizo la presentación, sustentación y defensa del mismo.

Ing. Fausto López
DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Las ideas, opiniones, criterios y recomendaciones plasmadas en el presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Alejandro Cevallos Castells
Autor

CESIÓN DE DERECHOS

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Yo, Alejandro Cevallos Castells, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y sus representantes locales de posibles reclamos y acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

Firmas de los autores, incluido el director de tesis.

DEDICATORIA

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

A toda mi familia y amigos, a Montserrat, Galo, Verónica, María José y Pilar.

AGRADECIMIENTO

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Un especial agradecimiento a la empresa FLORECAL S.A., al ingeniero Fausto López, al ingeniero Antonio Castells, a la ingeniera Aracely Zambrano y a la ingeniera María Paula Hernández que fueron parte del proceso de esta investigación

Alejandro Cevallos Castells

ÍNDICE DE CONTENIDOS

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	4
4. MARCO TEÓRICO.....	5
5. ÁREA DE ESTUDIO.....	21
6. METODOLOGÍA.....	22
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
8. CONCLUSIONES.....	70
9. RECOMENDACIONES.....	71
10. BIBLIOGRAFÍA.....	72
11. ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE GRÁFICOS

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Gráfico 1	Sección transversal de una fosa séptica de dos compartimientos	40
Gráfico 2	Diseño de una fosa desactivadora	43
Gráfico 3	Esquema del balance másico del proceso de Hidroponía	50
Gráfico 4	Distribución porcentual de las aguas residuales de los diferentes procesos	62
Gráfico 5	Diseño tanque de ecualización	65
Gráfico 6	Diseño del módulo de desbaste multipropósito	66
Gráfico 7	Diseño de la unidad de acondicionamiento	67
Gráfico 8	Diseño de los tanques de aireación extendida	68
Gráfico 9	Diseño de la unidad de cloración	69
Gráfico 10	Diseño unidad físico-química	70

ÍNDICE DE TABLAS

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Tabla 1.	Organismos presentes en aguas residuales y superficiales	12
Tabla 2.	Enfermedades producidas por patógenos contaminantes de las aguas	15
Tabla 3.	Descargas de hidroponía existentes en la finca 1	28
Tabla 4.	Número de descargas de post-cosecha, fosas desactivadoras, aguas negras (fosos sépticos), aguas grises, plantas potabilizadoras y posibles focos de contaminación por escorrentía o por infiltración; en la finca 1	29
Tabla 5.	Descargas de hidroponía existentes en la finca 2	30
Tabla 6.	Número de descargas de fosas desactivadoras, aguas negras (fosos sépticos), aguas grises, plantas potabilizadoras, posibles focos de contaminación por escorrentía o infiltración y otras; en la finca 2	31
Tabla 7.	Ubicación de los puntos donde se realizó el muestreo de efluentes	37
Tabla 8.	Relación entre los valores de DBO y DQO	46
Tabla 9.	Resultados de la estimación de caudales provenientes de la descarga de hidroponía.	48
Tabla 10.	Resultados de la estimación de caudales de hidroponía provenientes de la Finca 2.	49
Tabla 11.	Resultados analíticos obtenidos de la descarga de hidroponía.	54
Tabla 12.	Resultados analíticos obtenidos de la descarga de aguas negras	55
Tabla 13.	Resultados obtenidos de la descarga de aguas grises.	56
Tabla 14.	Resultados analíticos obtenidos de la descarga de aguas residuales provenientes del lavado de trajes en la finca 1	57
Tabla 15.	Resultados analíticos de la descarga de los efluentes provenientes de la fosa séptica general de la finca 1.	58
Tabla 16.	Resultados analíticos provenientes de los efluentes de la descarga de la fosa desactivadora de la finca 1.	60
Tabla 17.	Volumen de agua a tratar.	61
Tabla 18.	Distribución porcentual de las aguas residuales de los diferentes procesos productivos.	61
Tabla 19.	Composición promedio del efluente a tratar	63

RESUMEN

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

El presente trabajo trata sobre los estudios técnicos referentes a la Ingeniería de aguas realizada en las plantaciones de la empresa FLORECAL SA, con la finalidad de encontrar una solución eficiente para el manejo y aprovechamiento de las descargas que se generan por los procesos productivos de la empresa.

Para ello se identificó y localizó cada una de las descargas de agua residual y se procedió a determinar la calidad y cantidad de los efluentes. La medición de los caudales fue realizada mediante aforo volumétrico, mientras que para determinar la calidad del efluente se procedió a tomar muestras representativas que posteriormente fueron analizadas en un laboratorio certificado por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE).

Se procedió a evaluar los sistemas de tratamiento de aguas existentes (fosas sépticas, fosas desactivadoras y sistema de fito-remediación), para lograr este objetivo se tomó muestras de agua y se consultó al personal de FLORECAL acerca del funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones.

Una vez obtenidos los resultados analíticos se identificó los contaminantes objetivo, que son aquellos parámetros que se encuentran por encima de los límites permisibles según la normativa ambiental ecuatoriana, también se consideró la relación DBO/DQO, que permite identificar la biodegradabilidad del efluente a tratar y escoger el tratamiento más eficiente, por último se consideró la presencia de Etileno Diamino N-N' Hidroxifenil Acetato (EDDHA) en las aguas provenientes de hidroponía, dicho compuesto posee una baja degradabilidad y por su composición es un importante demandante de oxígeno.

Estos datos proporcionaron información importante para proponer una alternativa de tratamiento, que consiste, en conducir a los efluentes de las diferentes descargas, mediante tubería, hacia una planta de tratamiento de aguas residuales cuya operación se basa en procesos físico químicos y biológicos para poder obtener un efluente que cumpla con los límites permisibles establecidos.

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, el crecimiento de la actividad agrícola intensiva de los cultivos de exportación ha provocado desde mediados de la década de los años 80 un incremento sostenido de las áreas rurales dedicadas a este efecto.

En la región Sierra Norte (Pichincha, Imbabura, Carchi) existen actividades agroindustriales, en su mayoría, orientadas a los sectores del cultivo de flores. Por la cercanía a áreas cultivables y los puntos de producción de materias primas, estas instalaciones se encuentran ubicadas en predios rurales.

En los últimos años el crecimiento poblacional y el aumento de las actividades antrópicas han ocasionado un incremento en el vertimiento de aguas residuales al medio, por ello es fundamental su tratamiento, motivado esto por el incremento de las responsabilidades legales y las regulaciones ambientales que cada vez con más fuerza se imponen a las empresas.

Las aguas residuales procedentes de las actividades agroindustriales presentan altos contenidos de materia orgánica biodegradable. Debido a esto y a que las labores del campo se realizan en grandes extensiones, es necesario realizar un estudio detallado de las descargas líquidas y sus composiciones para poder determinar la mejor manera de evitar su vertido o en su defecto verterlas bajo parámetros de ley y la menor cantidad posible de ellas.

FLORECAL S.A. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de rosas de exportación, desde agosto del año 1991.

Como toda actividad productiva en el Ecuador, FLORECAL S.A. está sujeta a las normas establecidas por el ente de control local, en este caso la Dirección Ambiental del cantón Cayambe; y, por consiguiente, a lo estipulado en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria en el Ecuador, TULAS.

En este contexto y considerando que la actividad florícola produce impactos ambientales significativos que deben ser mitigados, se realizó la Ingeniería de Aguas en sus plantaciones.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Específicamente, la ingeniería de agua pretende lograr un uso eficiente y sustentable del recurso hídrico, lo que implica la comprensión de los problemas presentes en una industria, su cuantificación, incidencia y mejor manera de resolverlos.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la provincia de Pichincha y en la mayor parte de la región sierra norte del país, los cultivos de rosas para exportación son una de las principales y más productivas actividades agrícolas.

Dicha actividad ha generado un crecimiento económico del agro, la creación de fuentes de empleo, producción de bienes de consumo exportables y la consecuente generación de divisas pero también es necesario considerar los impactos significativos negativos que ha ocasionado al entorno.

Las aguas residuales que se generan antes de ser vertidas a los cuerpos receptores, han de recibir un tratamiento adecuado, que sea capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas con la finalidad de evitar que su disposición provoque graves afectaciones al ambiente, como la contaminación del cuerpo de agua receptor, cuyos límites máximos permisibles han sido establecidos en la normativa ambiental aplicable. También es importante considerar que muchos sectores productivos para poder acceder a mercados internacionales deben certificar que sus prácticas productivas son amigables con el medio ambiente.

De lo anterior se entiende que dentro de estos rubros existe una gran necesidad de estudios y tecnologías que permitan alcanzar un aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos hídricos y además implementar sistemas adecuados para la depuración de las aguas que deban ser vertidas.

La empresa FLORECAL S.A., determinó realizar este tipo de estudio técnico para lograr un mejor aprovechamiento de su recurso hídrico y la manera económicamente más viable para tratar las aguas a verter.

3. OBJETIVOS

General:

Establecer la ingeniería de aguas de la empresa FLORECAL S.A. a partir del diagnóstico situacional, que permita proponer soluciones mediante la evaluación y selección de las mejores alternativas técnicas.

Específicos:

- Determinar la cantidad y calidad de cada una de las descargas.
- Describir y Evaluar el desempeño de los sistemas implementados (ya existentes), para el tratamiento de las aguas residuales (fosas sépticas, fosas desactivadoras, etc.).
- Proponer alternativas para el tratamiento de las aguas o si es el caso la recirculación de los efluentes

4. MARCO TEÓRICO

El agua es un recurso fundamental para la vida tal como la conocemos. Sin agua es difícil imaginar alguna forma de vida. (Nebel y Wright, 1999).

Por ello es fundamental aplicar estrategias que nos permitan lograr un manejo sostenible de este recurso para poder satisfacer las necesidades de la sociedad actual, pero sin dejar de considerar el acceso a este recurso por parte de las generaciones futuras.

También es de suma importancia analizar el papel que desempeña este recurso vital en los principales ecosistemas y biotas terrestres, ya que es el hábitat de un número considerable de especies y también transporta los nutrientes esenciales para la vida de miles de organismos.

En las últimas décadas, el aprovechamiento del recurso agua ha sido ineficiente y poco sustentable, los efectos ya son evidentes: desertificación, eutrofización, contaminación, sequías y hambruna. Ante esta realidad comienzan a surgir propuestas técnicas que buscan un mejor aprovechamiento del agua, considerando criterios de eficiencia y sustentabilidad, una de estas propuestas es la ingeniería de aguas comprendida como una herramienta de la gestión ambiental.

La ingeniería de aguas utiliza principios físicos, químicos y biológicos para adaptarlos a la solución de problemas de contaminación del recurso hídrico, dentro de su accionar considera principios de microbiología, tipos de tratamiento de aguas residuales y

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

fundamentos de ingeniería con la finalidad de encontrar soluciones viables al aumento considerable de emisión de agua residuales provenientes de actividades agrícolas, industriales y también debido al acelerado crecimiento urbano.

Agua Residual

El agua residual se clasifica según su origen y por sus características, son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales.

La normativa ambiental ecuatoriana define agua residual como “Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original”. (Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI, Anexo 1, Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria)

En el agua residual están generalmente presentes contaminantes de tipo orgánico e inorgánico, el efluente residual puede ser clasificado según sus componentes físicos, químicos y biológicos, dentro de las propiedades físicas del agua se debe considerar aquellas como color, olor, temperatura y cantidad de sólidos. (Metcalf y Eddy, 1991)

Además, es importante considerar la cantidad de agua vertida que contiene estos contaminantes, ya que esto nos señala la magnitud del impacto sobre el recurso hídrico, por esto es de gran importancia calcular el volumen total de efluentes que llegan al alcantarillado o a algún curso de agua superficial.

A continuación se detallan los principales contaminantes físicos del agua residual.

Contaminantes físicos

Color. El color es el resultado de la reflexión de ciertas longitudes de onda de la luz incidente. El color puro se debe a las sustancias disueltas, se obtiene después de eliminar la turbidez. El color aparente se debe a la suma de sustancias disueltas más las

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

partículas en suspensión. En las aguas limpias no contaminadas el color amarillo se debe a sustancias húmicas, los colores rojizos se deben a compuestos de hierro, las tonalidades negras se deben a la presencia de manganeso.

Turbidez. La turbidez se debe a sustancias insolubles en suspensión, coloides, microorganismos. Un agua turbia dificulta el paso de la luz impidiendo la fotosíntesis y disminuyendo el aporte de oxígeno disuelto. La transparencia de un cuerpo de agua natural es un factor decisivo para su calidad y productividad.

Temperatura. La temperatura del agua determina sus propiedades físicas, químicas y biológicas. La temperatura es importante en la solubilidad de las sales, y de los gases por lo tanto influye en la conductividad y en el pH. Una contaminación térmica (vertido de efluentes con temperatura alta) se detecta por un aumento de más de 3° C en una zona respecto de las adyacentes.

Conductividad. La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad, e indica la materia ionizable total. Este parámetro depende de la temperatura. La dureza y conductividad son dos parámetros que están muy relacionados, ya que las sales de calcio y magnesio son las más abundantes en la naturaleza. La conductividad y la dureza reflejan el grado de mineralización de las aguas y su productividad potencial.

Dureza: La dureza de las aguas naturales es producida sobre todo por las sales de calcio y magnesio, y en menor proporción por el hierro, el aluminio y otros metales. La que se debe a los bicarbonatos y carbonatos de calcio y magnesio se denomina dureza temporal y puede eliminarse por ebullición, que al mismo tiempo esteriliza el agua. La dureza residual se conoce como dureza no carbónica o permanente. Las aguas que poseen esta dureza pueden ablandarse añadiendo carbonato de sodio y cal, o filtrándolas a través de zeolitas naturales o artificiales que absorben los iones metálicos que producen la dureza, y liberan iones sodio en el agua. Los detergentes contienen ciertos agentes separadores que inactivan las sustancias causantes de la dureza del agua. (Revista Ciencias.com)

Sólidos. Sólidos totales (ST) incluyen partículas de suelo insolubles, sedimento, material sólido orgánico e inorgánico que está suspendido en el agua y que en términos de masa

total es la mayor fuente de contaminación acuática. En muchos ríos la carga de sedimentos ha aumentado bruscamente a causa de la erosión acelerada de campos de cultivos, deforestación, construcciones y explotaciones mineras. Los sedimentos originados por los sólidos suspendidos, destruyen los lugares de alimentación y reproducción de peces y obstruyen y cubren lagos, represas, ríos y bahías.

pH. El pH indica la concentración de iones hidronios en el agua y es usado como una medida de la naturaleza ácida o alcalina de una solución acuosa.

pH = 7 medio neutro

pH < 7 medio ácido

pH > 7 medio básico

El pH en el agua natural depende de la concentración de CO₂, las aguas con pH entre 6 a 7,2 permiten el desarrollo de una gran biomasa.

Contaminantes químicos del agua

Las propiedades químicas de las aguas residuales son proporcionadas por componentes que se agrupan en las siguientes categorías: materia orgánica, compuestos inorgánicos y componentes gaseosos:

Amonio (Nitrógeno Amoniacal). Las aguas superficiales bien aireadas no deben contener amonio. Aguas abajo de descargas de aguas servidas se encuentra amonio en concentraciones de hasta 4 mg/l. La presencia de amonio indica contaminación reciente.

Nitrito. Los nitritos provienen de la oxidación del amonio o reducción del nitrato. La presencia de nitritos indica contaminación.

Nitrato. El nitrato proviene principalmente del uso de fertilizantes. Estos se filtran hacia los cuerpos de agua y la contaminan. El nivel máximo autorizado de nitratos es de 5mg/L, en cantidades superiores puede generar el “síndrome del bebe azul”, enfermedad que se produce por la falta de oxigenación, que genera esta coloración en la piel; la enfermedad se produce porque los nitratos transformados en nitritos en el organismo, inhiben la absorción de oxígeno.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Fósforo. El fósforo es un factor limitante en el crecimiento de algas o fitoplancton, su presencia favorece la eutrofización y trae como consecuencia el aumento de materia orgánica, bacterias heterótrofas y finalmente disminución del oxígeno disuelto.

Sustancias radiactivas. Constituidas por radioisótopos solubles en agua o que son biomagnificados en cadenas tróficas. Pueden causar mutaciones del ADN, cáncer y daño genético.

Hidrocarburos. La contaminación de las aguas por hidrocarburos en los sistemas de almacenamiento, en las fuentes de abastecimientos subterráneos y superficiales, así como en otros cuerpos de agua es un hecho que ocurre con relativa frecuencia. Este tipo de contaminación ocasiona una alteración en las propiedades físico – químicas y biológicas del agua; asimismo, el ecosistema puede sufrir afectaciones debidas al impacto negativo de estos contaminantes sobre sus diferentes componentes.

Metales. Los metales están presentes en forma natural en ambientes acuáticos. Muchos metales pesados son elementos esenciales para la vida. Ej. El hierro y el cobre forman parte de pigmentos sanguíneos; zinc es cofactor de enzimas. En los sistemas acuáticos los metales se incorporan en forma natural por los procesos de meteorización de rocas y se pierden a través de la incorporación en los sedimentos. Los procesos antropogénicos incorporan también metales a los ambientes acuáticos.

El arsénico constituye uno de los problemas más graves de la contaminación del agua, su procedencia se debe a la disolución de rocas ricas en este metal, pero en la mayoría de las circunstancias tiene su origen en los residuos vertidos de las industrias hacia los ríos; según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el agua potable debe tener menos de 0,01 mg/L de arsénico para considerarla apta para el consumo humano, sin embargo esta cifra está superada por muchos países; en América Latina, las zonas más afectadas con este problema son: Perú, Argentina, México y Chile.

El Cobre puede ser encontrado en sustancias como plaguicidas y fertilizantes; es un nutriente esencial para el hombre, la dosis recomendada mínima para adultos es 900 µg (millonésimas de gramo), la OMS recomienda la ingestión de 10 mg diarios.

Contaminantes orgánicos

La contaminación orgánica es la más importante en magnitud y sus fuentes son de origen doméstico, industrial, agrícola y ganadero. Los contaminantes orgánicos más comunes son: heces fecales, los aceites, grasas vegetales, animales y minerales combustibles, plásticos, pesticidas, detergentes y compuestos orgánicos persistentes como son los hidrocarburos aromáticos policíclicos, Plaguicidas organoclorados, Fenoles clorados y Bifenilos policlorados. De los contaminantes orgánicos, en el rubro florícola, los más importantes son los compuestos orgaoclorados, organofosforados y carbamatos en menor grado. La empresa FLORECAL utiliza plaguicidas en base a carbamatos.

CARBAMATOS. El **carbamato** es un plaguicida químico derivado del ácido carbámico, el cual es un compuesto parecido a la urea.

Los carbamatos son compuestos que pueden ser degradados mediante la exposición a los rayos solares, entre sus propiedades se puede destacar que no son bioacumulables, son liposolubles y en su mayoría son de mediana y baja toxicidad, con excepción del Aldicarb (temik) y el Carbofurán (furadán) que son altamente tóxicos para el ser humano.

Otro de los contaminantes orgánicos importantes es el quelato de hierro, la descripción comercial (hoja técnica) de este producto se encuentra en el anexo 8.

Medida del Contenido Orgánico

Existen diferentes métodos para medir el contenido orgánico y estos pueden clasificarse en dos grupos: aquellos que son empleados para determinar elevadas concentraciones de contenido orgánico, mayores a 1 mg/l, y los empleados para determinar las concentraciones de 0.001 mg/l a 1 mg/l. Dentro del primer grupo se encuentran los siguientes ensayos de laboratorio: 1. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), 2. Demanda química de oxígeno (DQO) y 3. Carbono orgánico total (COT).

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Dentro del segundo grupo se emplean métodos instrumentales dentro de los cuales se incluyen a la cromatografía de gases y la espectroscopia de masa. (Metcalf y Eddy, 1991)

Demanda Bioquímica de Oxígeno

Dicho parámetro es uno de los más usados para determinar el contenido de contaminación orgánica, es aplicable tanto a aguas residuales como a aguas superficiales, se denomina DBO a 5 días. La determinación de éste está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. Los resultados de los ensayos de DBO se emplean para: 1. determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente; 2. dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, 3. medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento y controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertidos. (Metcalf y Eddy, 1991)

El periodo de incubación es normalmente de 5 días a 20°C. La oxidación bioquímica es un proceso lento, cuya duración en teoría es infinita. En un periodo de 20 días se completa la oxidación del 95 al 99 % de la materia carbonosa, y en los 5 días que dura el ensayo de la DBO se llega a oxidar entre el 60 y 70%. Se asume la temperatura de 20 °C como un valor medio representativo de temperatura que se da en los cursos de agua que circulan a baja velocidad en climas suaves, y es fácilmente duplicada en un incubador. Los resultados obtenidos a diferentes temperaturas serán distintos, debido a que las velocidades de las reacciones bioquímicas son función de la temperatura. (Metcalf y Eddy, 1991)

Demanda Química de Oxígeno

Parámetro que se expresa como la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda materia orgánica y oxidable presente en un agua residual; por lo tanto, proporciona una medida representativa de la contaminación orgánica de un efluente siendo un parámetro a controlar dentro de las distintas normativas de vertidos y que permite tener una idea muy real del grado de toxicidad del vertido. Hay algunas formas de disminuir el DQO, entre las cuales se encuentran: los tratamientos físico químicos, la electrocoagulación y el ozono.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Carbono Orgánico Total

Dado que los compuestos de carbono orgánico se determinan y especifican en términos de masa de carbono, el COT es una cantidad absoluta exactamente definible y se puede medir de modo directo; todos los métodos de COT están basados en la oxidación térmica o química húmeda del carbono orgánico a Dióxido de Carbono, el cual se detecta y determina cuantitativamente.

Características Biológicas del agua

En lo referente a las características biológicas del agua, es de suma importancia considerar a los principales grupos de microorganismos presentes, tanto en aguas superficiales como en efluentes residuales.

Microorganismos

Los principales grupos de organismos presentes tanto en aguas residuales como superficiales se clasifican en organismos eucariotas, eubacterias y arqueobacterias. (Metcalf y Eddy, 1991).

A continuación se muestra la tabla Nº 1 en la cual se muestra a los principales organismos presentes en aguas residuales y superficiales.

Tabla 1. Organismos presentes en aguas residuales y superficiales

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Clasificación de los microorganismos			
Grupo	Estructura celular	Caracterización	Miembros representativos
Eucariotas	Eucariota	Multicelular, con gran diferenciación de las células y el tejido. Unicelular coenocítica o micelial; con escasa o nula diferenciación de tejidos	Plantas (plantas de semilla, musgos, helechos). Animales (vertebrados e invertebrados) Protistas (algas, hongos, protozoos)
Eubacterias	Procariota	Química celular parecida a las eucariotas.	La mayoría de las bacterias.
Arqueobacterias	Procariota	Química celular distintiva	Metanógenos, halófilos, termacidófilos.

Fuente: Metcalf y Eddy, 1991

Las bacterias son organismos de gran importancia en los procesos de degradación y estabilización de la materia orgánica, tanto en la naturaleza como en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los hongos presentan ciertas ventajas sobre las bacterias a nivel ecológico, esto se debe a que tienen la capacidad de desarrollarse en condiciones de baja humedad y con pH bajos. La importancia de los hongos también radica en los procesos de degradación de la materia orgánica dentro del ciclo del carbono, sin la presencia de estos microorganismos dicho ciclo se interrumpiría en poco tiempo, y la materia orgánica empezaría a acumularse. (Metcalf y Eddy, 1991)

Las algas son habitantes comunes en aguas poco profundas, se encuentran en todo suministro de agua expuesto a la luz del sol (algunas algas se encuentran en el suelo y en superficies expuestas al aire); presentan ciertas capacidades como: modificar el pH, la alcalinidad, el color y la turbiedad, intervienen en el proceso de purificación natural, pues

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

oxigenan el agua y utilizan los subproductos del proceso de depuración. Sin embargo, en grandes cantidades, la presencia de algas afecta al valor del agua de consumo ya que puede originar problemas de olor y sabor, dichos organismos tienen la capacidad de reproducirse de manera rápida cuando las condiciones del medio son favorables. La presencia de altas cantidades de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo puede desencadenar un excesivo crecimiento de algas ocasionando afectaciones a especies tanto animales como vegetales por la reducción del oxígeno disuelto del agua. Por ello, al momento de encontrar y aplicar un sistema de tratamiento de aguas residuales de diferentes orígenes se debe tener en cuenta aquel que no estimule el crecimiento excesivo de algas y demás plantas acuáticas ya que esto podría afectar a la calidad del recurso hídrico. (Vargas de Mayo, 1983)

Los protozoarios de importancia para el saneamiento de las aguas residuales son las amebas, los flagelados y los ciliados libres y fijos. Los protozoarios se alimentan de bacterias y de otros microorganismos microscópicos, esto permite mantener un equilibrio natural en la microfauna presente en el recurso hídrico, lo cual es beneficioso para el funcionamiento de los tratamientos biológicos y la purificación de cursos de agua. (Metcalf y Eddy, 1991)

Cabe señalar la importancia que tienen los componentes de flora y fauna presentes en el recurso hídrico ya que sirven como indicadores de la calidad del mismo, la presencia o ausencia de ciertos microorganismos es de mucha utilidad para hacer una valoración del estado de un cuerpo de agua.

Los virus en estado libre son partículas de material genético envueltas en una cápsula de proteína, no tienen metabolismo propio pero desvían el de la célula huésped para que produzca copias de ellos; los virus excretados por los seres humanos pueden representar un importante peligro para la salud pública. Se sabe con certeza que algunos virus pueden sobrevivir hasta 41 días, tanto en aguas limpias como en residuales a temperatura de 20° C, y hasta 6 días en un río normal. (Peña, 2001)

Organismos Patógenos

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales ocasionalmente deben su procedencia a los desechos humanos que estén infectados o que sean portadores de una determinada enfermedad. Ya sea que los organismos procedan del tracto intestinal o urinario, del sistema respiratorio o de la superficie externa del cuerpo, los hábitos del hombre civilizado son tales que sus excreciones, secreciones y abluciones son vertidas a los sistemas de alcantarillado.

Las principales clases de organismos patógenos presentes en las aguas residuales son: bacterias, virus y protozoarios. Los organismos bacterianos patógenos que son excretados por el ser humano causan padecimientos gastrointestinales como la fiebre tifoidea y paratifoidea, la disentería, diarreas y cólera. Dichos microorganismos se consideran altamente infecciosos y cada año son responsables de una gran cantidad de afectaciones a la salud y muertes en países en los cuales no existen condiciones sanitarias adecuadas, especialmente en zonas tropicales. (Metcalf y Eddy, 1991)

En la tabla Nº 2 se muestran las principales enfermedades producidas por organismos patógenos presentes en el agua.

Tabla 2: Enfermedades producidas por patógenos contaminantes de las aguas

Tipo de Microorganismo	Enfermedad	Síntomas
Bacterias	Cólera	Diarreas y vómitos intensos. Deshidratación. Frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Bacterias	Tifus	Fiebres. Diarreas y vómitos. Inflamación del bazo y del intestino.
Bacterias	Disentería	Diarrea. Raramente es mortal en adultos, pero produce la muerte de muchos niños en países poco desarrollados.
Bacterias	Gastroenteritis	Náuseas y vómitos. Dolor en el digestivo. Poco riesgo de muerte.
Virus	Hepatitis	Inflamación del hígado e ictericia. Puede causar daños permanentes en el hígado.
Virus	Poliomielitis	Dolores musculares intensos. Debilidad. Temblores. Parálisis. Puede ser mortal.
Protozoos	Disentería amebiana	Diarrea severa, escalofríos y fiebre. Puede ser grave si no se trata.
Gusanos	Esquistosomiasis	Anemia y fatiga continuas.

Fuente:

<http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/11cagu/100coacu.htm#>

Organismos Indicadores

Los organismos patógenos presentes en las aguas contaminadas, se encuentran en pequeñas cantidades y son difíciles de aislar e identificar, por ello, se recurre a los organismos coliformes como indicadores, debido a que se encuentran en mayor número y su detección es fácil. El tracto intestinal humano posee innumerables bacterias que son

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

conocidas como organismos coliformes, cada humano evacúa de 100,000 a 400,000 millones de organismos coliformes por día. Debido a esto, se debe considerar que a la existencia de coliformes como un indicador de la posible presencia de organismos patógenos, y que la ausencia de aquellos es un indicador de que las aguas están libres de organismos que puedan causar enfermedades. Pero existe una complicación por la cual los coliformes no son tan buenos indicadores, debido a que algunos patógenos pueden estar presentes en el agua aún en ausencia de coliformes.

A continuación se describen los diversos métodos necesarios para la depuración y purificación de los efluentes provenientes de la contaminación producida por actividades antropogénicas.

Métodos para depuración de efluentes provenientes de actividades humanas:

- Por decantación

Este método consiste en una separación de los sólidos que se encuentran en el efluente, el agua se encuentra en reposo en un tanque lo que permite que los sólidos caigan al fondo por gravedad.

- Por aireación u oxidación

Este paso consiste en dejar el agua en reposo en grandes depósitos que poseen poca profundidad, dichas instalaciones poseen aireadores que son los encargados de proporcionar el oxígeno necesario para que los microorganismos presentes puedan descomponer las sustancias sólidas, los gases resultantes se dispersan hacia la atmósfera y los restos sólidos se desplazan hacia el fondo de los depósitos.

- Por filtrado

Este proceso basa su funcionamiento en hacer pasar el agua por mallas muy finas o también pueden emplearse sustancias porosas con la finalidad de retener partículas pequeñas que por su peso no pudieron ser removidas en el proceso de decantación.

- Por destilación

Este método consiste en lograr una evaporación artificial del agua con la finalidad de poder capturar el vapor para posteriormente volver a condensarlo en forma líquida. Este método de tratamiento de aguas puede tener un precio alto, se necesita de instrumentos como alambiques y se necesita de un medio para calentar el agua hasta el punto de ebullición, posteriormente se necesita un sistema que logre enfriar el vapor de agua para que este se condense.

- Por captación

Este proceso consiste en hacer pasar el efluente por elementos como el carbón activado que tienen la propiedad de retener algunos componentes perjudiciales contenidos en ella.

- Por esterilización

Este método consiste en agregar al efluente cloro en cantidades necesarias para poder eliminar las poblaciones microbianas perjudiciales que pudiera contener el agua residual. (www.escueladigital.com.uy/cinencnat/agua.htm)

Los procesos secuenciales de producción florícola en la empresa FLORECAL S.A son los siguientes:

- Siembra y cultivo (convencional o por hidroponía),
- Fumigación,
- Riego y fertilización,
- Post-cosecha, y
- Embalaje y despacho.

Siembra y cultivo (convencional o por hidroponía)

Para el cultivo de rosas es necesario que se cumplan con ciertas condiciones, una de ellas es que el suelo debe estar bien drenado y aireado, aquellos suelos que no cumplan con estas condiciones deben mejorarse empleando diversos materiales orgánicos. Las rosas pueden desarrollarse y crecer en un suelo ácido, sin embargo el pH debe mantenerse en torno a 6. Uno de los limitantes en el crecimiento de las rosas es el elevado nivel de calcio que poseen algunos suelos, en estos casos se desarrolla rápidamente la clorosis lo que ocasiona que la planta no produzca suficiente clorofila; tampoco, soportan suelos salinos.

También es necesario realizar una desinfección del suelo que se lleva a cabo mediante diversos métodos como son el uso de calor u otro tratamiento que cubra las necesidades del cultivo. Si es necesario realizar fertilización de fondo, se debe hacer un análisis previo del suelo.

Las rosas se suelen plantar en cuatro filas con espaciamientos de 60 x 15 cm o en la modalidad de dos filas de 40 x 20 con pasillos de al menos 1 m, esto arroja, una densidad de 6 a 8 plantas/m².

Otra técnica de cultivo empleada en floricultura es la hidroponía, es una técnica de cultivo sin tierra, en el cual se hace crecer plantas con o sin sustrato (el cual nunca es tierra, puede ser arena, concha de coco, concha de arroz, goma-espuma, suspensión en el aire), el cual solo sirve de sostén para las raíces.

Las raíces reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua con todos los elementos químicos esenciales para el desarrollo de la planta. Y pueden crecer en una solución mineral únicamente o bien en un medio inerte como arena lavada, grava o perlita.

Fumigación

Los plaguicidas son elementos tóxicos utilizados en la producción de flores de corte de exportación, importantes tanto por la calidad exigida por el cliente, como por los requisitos fitosanitarios que debe cumplir el producto al ingresar a otros países.

Estas sustancias son tóxicas por lo que requieren un manejo seguro tanto para las personas que laboran en el cultivo como para el entorno natural donde tiene lugar la actividad.

Es necesario tomar medidas preventivas y de control con la finalidad de evitar impactos que puedan generarse por el manejo anti técnico de pesticidas.

Riego y fertilización

La fertilización se realiza a través del riego, teniendo en cuenta el abonado que se aportó al principio del ciclo de cultivo. Posteriormente también es conveniente controlar los parámetros de pH y conductividad eléctrica de la solución del suelo así como la realización de análisis foliares. El pH puede regularse con la adición de ácido y teniendo en cuenta la naturaleza de los fertilizantes. Así, por ejemplo, las fuentes de nitrógeno como el nitrato de amonio y el sulfato de amonio, son altamente ácidas, mientras que el nitrato cálcico y el nitrato potásico son abonos de reacción alcalina. Si el pH del suelo tiende a aumentar, la aplicación de sulfato de hierro da buenos resultados.

Post-cosecha

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

En este proceso intervienen varios factores, primero hay que considerar que cada variedad tiene un punto de corte distinto y por tanto el nivel de madurez del botón y el pedúnculo va a ser decisivo para la posterior evolución de la flor, una vez cortada. Los tallos cortados se van colocando en bandejas o cubos con solución nutritiva, sacándolas del invernadero tan pronto como sea posible para evitar que se marchiten por transpiración de las hojas. Se sumergen en una solución nutritiva caliente y se enfrían rápidamente. Antes de proceder al formado de ramos, las flores son introducidas en una solución nutritiva conteniendo 200 ppm de sulfato de aluminio o ácido nítrico y azúcar al 2% también se sustituye el azúcar por melaza, en una cámara frigorífica a 2-4 grados centígrados para evitar la proliferación de bacterias.

Una vez que las flores son retiradas del almacén, se procede a arrancar las hojas y espinas de la parte inferior del tallo y estos se clasifican según sus longitudes, desechando aquellos curvados o deformados. La clasificación puede realizarse de forma manual o mecanizada.

Finalmente se procede a la formación de ramos por decenas, estos son colocados en un film plástico y se devuelven a la zona de almacenamiento para un enfriamiento adicional (4 - 5°C) antes de su empaquetado para posteriormente ser comercializada.

Adicionalmente, existen procesos auxiliares como limpieza, riego de áreas verdes, generación de electricidad, mantenimiento mecánico y aquellas actividades consideradas domésticas, debidas a la presencia de trabajadores en las instalaciones; en este ámbito se ha considerado la cocina, comedores, guardería, servicios higiénicos, duchas, entre otros.

5. ÁREA DE ESTUDIO

FLORECAL S.A. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de rosas de exportación, desde agosto del año 1991.

Las plantaciones florícolas de FLORECAL S.A. se encuentran ubicadas a 70 kilómetros de la ciudad de Quito, latitud 00°03'45" Norte y longitud 78°09'18" Oeste, a una altura de 2,800 metros sobre el nivel del mar, en la parroquia rural Ayora del Municipio de San Pedro de Cayambe, provincia de Pichincha, Ecuador. Dichas fincas cuentan con una superficie total aproximada de 49 hectáreas, estando 32,5 hectáreas dedicadas a la producción de rosas, bajo la modalidad de cultivo en invernadero. Además, en sus instalaciones, se ha determinado un área de 500 metros cuadrados para las actividades de post-cosecha. (Ver anexo1. Planos de la empresa FLORECAL)

Mapa 1. Ubicación de la empresa FLORECAL



Fuente: earth.google.com/

6. METODOLOGÍA

Objetivo 1. Determinar la calidad y cantidad de cada una de las descargas de aguas residuales en las instalaciones de la empresa FLORECAL S.A.

- Para poder determinar la calidad y cantidad de las descargas es importante localizar cada una de ellas y describirlas brevemente para luego proceder a determinar su cantidad y calidad.
- Posteriormente es necesario realizar la medición de los caudales de las diferentes descargas de aguas residuales y recolectar las muestras correspondientes.

Descripción de tipos de descargas

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Según el origen, cantidad y contaminantes que contienen, se pudo definir como descargas de importancia a aquellas que proceden de los procesos de hidroponía, aguas negras, fosas desactivadoras, preparación de soluciones para fumigación, lavado de envases de plaguicidas, plantas potabilizadoras y sitios de posible contaminación del agua por escurrimiento (derrames de hidrocarburos o disposición inadecuada de desechos sólidos).

Descargas provenientes del cultivo por hidroponía

Las descargas de hidroponía forman parte de los efluentes residuales que provienen del proceso de riego y fertilización en las fincas de FLORECAL, cuya otra parte constituyente es la de los cultivos convencionales, en tierra, que se infiltran a través del suelo y/o se drenan por los canales perimetrales de cada bloque.

Dada la naturaleza de los efluentes residuales de los cultivos convencionales y su mezcla con las aguas lluvias y las del canal de riego, éstos son difícilmente medibles y caracterizables.

Ahora bien, en referencia a las descargas de hidroponía, uno de sus más importantes constituyentes y el que proporciona una coloración rojiza de las mismas, es el fertilizante quelatado de hierro. Este producto es aplicado a los cultivos hidropónicos en una concentración de 0,93 mg/l, durante regímenes de riego/fertilización de diez horas por día, en promedio.

El fertilizante quelatado cumple con la función de fijar cationes metálicos formando un compuesto estable, el cual permite el transporte de micro elementos que deben ser absorbidos por la planta para su desarrollo y que por razones adversas como pH del suelo, pH del agua, saturación de sales, etc., la planta no puede absorber. Esto hace que sufra una eminente deficiencia nutricional. En general, los fertilizantes quelatados mantienen su estabilidad en suelos y aguas ubicadas en un rango de pH de 4 a 9.

El hierro por sí mismo no es considerado como un contaminante, sin embargo el Etileno Diamino N-N' Hidroxifenil Acetato (EDDHA), que es usado como agente quelatante en el producto fertilizante referido, de nombre comercial MAXFERRO (ANEXO 8 hoja técnica

del producto), es un compuesto que posee una baja biodegradabilidad por su estabilidad de hasta 25 años, también es necesario considerar que por su composición es un importante demandante de oxígeno; lo que ocasiona un incremento en la Demanda Química de Oxígeno, DQO, en el agua residual. Por lo tanto es necesario, un sistema de tratamiento de los efluentes de hidroponía antes de ser descargados al cuerpo receptor (río Granobles) y, en el caso de la reutilización de este efluente, se la debe preparar evitando la mezcla con otras aguas como son las de riego, lluvias y de reservorios.

Los bloques que poseen cultivos hidropónicos en la finca 1 son: 5, 7, 8, 9, 10 y 30; mientras que en la finca 2 son: 18, 18A, 19, 21A y 25.

Una fracción de estas aguas residuales es retornada al reservorio grande de la finca 2, mediante bombeo desde el canal de drenaje central. Otra fracción importante es descargada de manera conjunta con aguas drenadas del riego y lluvias. En el anexo 4, se muestra el punto de unión del canal de drenaje central de la finca 2 y los canales de aguas lluvias frontales, se puede apreciar una coloración rojiza del agua.

El color es el resultado de la reflexión de ciertas longitudes de onda de la luz incidente. En general, el color se debe a las sustancias disueltas. En las aguas limpias no contaminadas el color amarillo se debe a sustancias húmicas, los colores rojizos se deben a compuestos de hierro.

Descargas provenientes del proceso de post - cosecha

Las actividades de post-cosecha cumplen con la función de conservar las rosas mediante hidratación y cadena de frío, previas a su embalaje y despacho a Quito.

El volumen diario descargado de aguas residuales de este proceso no es significativo; sin embargo, es importante realizar un estudio de la composición de las mismas para poder determinar la mejor alternativa de tratamiento. Los componentes de estas aguas son los

siguientes: azúcar en bajas concentraciones, sulfato de aluminio, hipoclorito de calcio y otros humectantes; además, podrían contener trazas de plaguicidas utilizados en el cultivo.

Por la cantidad generada, no es recomendable el aprovechamiento por reutilización de estos efluentes.

Actualmente, la mayor parte de de los efluentes residuales de post-cosecha son descargados a una fosa desactivadora que basa su funcionamiento en la adsorción de contaminantes mediante el uso de carbón activado, la eficiencia de este tratamiento deberá ser estimada. Las aguas provenientes del área de cuartos fríos y limpieza de pisos y paredes son directamente descargadas al canal de drenaje más próximo; se pudo constatar visualmente la presencia de espuma en dicho canal, por lo que se puede intuir que el contenido de tenso activos en dichos efluentes es significativo.

Descargas provenientes de las fosas desactivadoras, preparación de soluciones y lavado de envases.

Las descargas procedentes de las fosas desactivadoras, preparación de soluciones para fumigación y lavado de envases de plaguicidas requieren especial atención desde el punto de vista ambiental.

La contaminación debida a compuestos orgánicos persistentes plaguicidas organoclorados, organofosforados y carbamatos es de importante magnitud; pues, en general, los compuestos orgánicos producen daño a la salud humana y el ecosistema.

El uso y manipulación de plaguicidas puede traer graves consecuencias a la salud humana, estos compuestos químicos pueden ser cancerígenos, producir defectos genéticos y neurotoxicidad. Así mismo, debido a su persistencia, a menudo se les atribuye la contaminación de aguas subterráneas y cursos superficiales, afectación a la flora y fauna.

En el caso de la empresa FLORECAL S.A. sólo se utilizan plaguicidas en base carbamato. Con la excepción del agua residual de la ducha externa de lavado de trajes de la finca 2, todos los efluentes residuales que contienen plaguicidas pasan por fosas desactivadoras que contienen carbón activado antes de su vertido final; incluso, en la finca 1, se cuenta, luego de la fosa desactivadora, con un humedal artificial de papiros para la remoción de contaminantes por fito-remediación. En todos los casos, la eficiencia de estos sistemas debe ser evaluada por análisis del agua de ingreso y tratada.

Descargas de aguas negras

Las aguas negras contienen materia orgánica en suspensión y disuelta, así como nutrientes (N, P), cloruros y otras sales minerales. Los componentes orgánicos que contienen las aguas negras son: detergentes, aceites y grasas. Dicho efluente también puede contener organismos patógenos, por lo que este tipo de descargas pueden ser peligrosas desde el punto de vista de la salud pública.

La producción de aguas negras de FLORECAL S.A. es debida al personal que trabaja en las fincas. Los puntos de descargas de aguas negras están asociados a un pozo séptico, como alternativa de tratamiento antes de su vertido final o de su evacuación por terceros. Por este motivo, es necesario evaluar la eficiencia de estas unidades de tratamiento en función de la calidad del efluente descargado y el caudal que son capaces de manejar.

Se hace especial mención de la fosa séptica general de la finca 1 que, de acuerdo al plano provisto por el constructor es una unidad de tratamiento anaerobio, más que una fosa séptica en el sentido estricto de la palabra. En varias visitas de campo se ha detectado olores objetables en el sector de su descarga al sistema de oxidación de muros de gaviones. En este sistema se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos que conviven en forma simbiótica y eliminan en forma natural patógenos relacionados con las heces humanas, sólidos en suspensión y materia orgánica, que son la causa de enfermedades tales como el cólera, el parasitismo, la hepatitis y otras enfermedades gastrointestinales. Es un método factible y eficiente para tratar aguas residuales provenientes del alcantarillado, sin embargo se debe considerar los tiempos de residencia y los caudales promedio de ingreso.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

El sistema está compuesto por un sistema de lagunas separadas por muros de gaviones, donde el agua y sus residuos permanecen en contacto con el entorno, principalmente el aire, experimentando un proceso de oxidación y sedimentación, transformándose así la materia orgánica en otros tipos de nutrientes que pasan a formar parte de una comunidad diversa de plantas y ecosistema bacteriano acuático.

Descarga de aguas grises

Las aguas grises provienen de actividades auxiliares como la preparación de alimentos en la cocina, comedores y lavanderías.

Las aguas grises poseen materia orgánica en suspensión debida a restos de alimentos y otros contaminantes disueltos como detergentes y desinfectantes.

Las aguas grises se distinguen de las aguas cloacales contaminada con desechos del retrete, llamadas aguas negras, porque no contienen bacterias *Escherichia coli*.

Descargas de plantas potabilizadoras

Las plantas potabilizadoras de tratamiento basan su funcionamiento en tres etapas: remoción de sólidos sedimentables (desarenador), coagulación/floculación y desinfección. Los químicos que se requieren para el proceso de potabilización del agua son sulfato de aluminio o cloruro férrico, polímeros e hipoclorito de sodio.

Producto del proceso de potabilización se obtienen "lodos" que deben ser periódicamente descargados de la planta. Estos lodos son turbios y se deben a sustancias insolubles en suspensión y/o coloides. Además, de elementos típicos en este tipo de lodo, como es el caso del aluminio, el agua turbia dificulta el paso de la luz, impidiendo la fotosíntesis y disminuyendo el aporte de oxígeno disuelto; la transparencia en un cuerpo de agua natural es un factor decisivo para su calidad y productividad.

Las tres plantas de potabilización descargan sus lodos a los canales de drenaje más cercanos a las mismas. En primer término se plantea el uso de filtración para la remoción de estos sólidos en suspensión.

Contaminación por escorrentía e infiltración.

Existen fuentes de contaminación que por su naturaleza son consideradas difusas. En este grupo se cuenta, por ejemplo, con aquellas provenientes de extensas superficies de agua que descargan contaminantes por escorrentía sobre un área de aguas superficiales y/o por filtración a napas subterráneas.

Otras fuentes difusas son las debidas a contaminación por derrame de hidrocarburos y o por infiltración de lixiviados de compostaje.

El control de la contaminación proveniente de fuentes difusas o no puntuales es más difícil ya que se desconoce el punto de entrada a los cursos de agua.

Para el control de fuentes no puntuales o difusas es necesario poner más énfasis en la prevención de su ocurrencia como por ejemplo: el confinamiento de seguridad de almacenamiento de hidrocarburos, construcción de trampas de grasas e impermeabilización de las áreas específicas en donde se maneje hidrocarburos, tales como: gasolina, búnker, diesel o aceites de lubricación (nuevos o usados). Además se debe considerar la impermeabilización de los sitios definidos para el compostaje y lombricultura.

También, siendo el agua de pozo la fuente de agua para potabilizar, se sugiere el monitoreo de su calidad.

Localización y Cuantificación

Puesto que las soluciones a proponerse pasan por el estudio de alternativas, que en menor o mayor grado, depende del análisis costos versus beneficios, es indispensable localizar y cuantificar las descargas por tipo que se hallan en las fincas de FLORECAL.

FINCA 1

A continuación se presenta la tabla № 3 que describe el número de descargas de hidroponía presentes en la finca 1.

Tabla 3. Descargas de hidroponía existentes en la finca 1.

BLOQUE	NÚMERO DE CAMAS	NÚMERO DE DESCARGAS	
		TUBOS Ø2,5"	CANALES CON PLÁSTICO NEGRO
5	22	9	-
7	59	18	4
8	39	33	-
9	142	43	59
10	56	30	-
30	No determinadas	3	-

En la tabla Nº 4 se muestra las los diferentes tipos de descargas existentes en la finca número 1 que son: fosas desactivadoras, aguas negras, aguas grises, planta potabilizadora y focos difusos de contaminación, también se proporciona información

POST – COSECHA

sobre el lugar hacia donde se realiza la descarga y el tipo de descarga final.

Tabla 4. Número de descargas de post–cosecha, fosas desactivadoras, aguas negras (fosos sépticos), aguas grises, plantas potabilizadoras y posibles focos de contaminación por escorrentía o por infiltración; en la finca 1.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

ORIGEN	DESCARGA A	TIPO DE DESCARGA FINAL
Humectación	Fosa desactivadora	Tubo Ø 3"
Cuartos fríos y limpieza	Canal	Canal
FOSAS DESACTIVADORAS		
ORIGEN	DESCARGA A	TIPO DE DESCARGA FINAL
Lavado de trajes	Humedal	Tubo Ø 3"
Casa de bombas	Canal	Tubo Ø 3"
AGUAS NEGRAS		
ORIGEN	DESCARGA A	TIPO DE DESCARGA FINAL
Fosa séptica general	Sistema de oxidación de gaviones	Tubo Ø 3"
Fosa séptica guardería	infiltración	-
Fosa séptica baños bodega de químicos	Canal	Tubo Ø 3"
AGUAS GRISES		
ORIGEN	DESCARGA A	TIPO DE DESCARGA FINAL
Cocina y comedor	Canal perimetral	Tubo Ø 3"
PLANTAS POTABILIZADORAS		
ORIGEN	DESCARGA A	TIPO DE DESCARGA FINAL
Planta 1 (comedor)	Canal	Tubo Ø 3"
Planta 3 (guardería)	Canal	Tubo Ø 3"
FOCOS DIFUSOS DE CONTAMINACIÓN		
ORIGEN	DESCARGA A	TIPO DE DESCARGA FINAL
Almacenamiento combustible generador	Canal junto post - cosecha	-
Taller de mantenimiento de contratistas	No definido	-
Acopio de desechos vegetales	No definido	-

FINCA 2

A continuación se presenta la tabla № 5 que describe el número de descargas de hidroponía presentes en la finca 2.

En la Tabla 5 se detalla las descargas de hidroponía existentes en la finca 2.

Tabla 5. Descargas de hidroponía existentes en la finca 2

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

BLOQUE	NÚMERO DE CAMAS	NÚMERO DE DESCARGAS	
		TUBOS Ø2,5"	CANALES CON PLASTICO NEGRO
18	No determinadas	6	-
18A	24	6	-
19	39	39	-
21A	24	5	-
25	16	9	-

En la tabla Nº 6 se muestra los diferentes tipos de descargas existentes en la finca número 2 que son: fosas desactivadoras, aguas negras, aguas grises, planta potabilizadora y focos difusos de contaminación, también se proporciona información sobre el lugar hacia donde se realiza la descarga y el tipo de descarga final.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Tabla 6. Número de descargas de fosas desactivadoras, aguas negras (fosos sépticos), aguas grises, plantas potabilizadoras, posibles focos de contaminación por escorrentía o infiltración y otras; en la finca 2.

FOSAS DESACTIVADORAS		
ORIGEN	DESCARGA A	TIPO DE DESCARGA FINAL
Ducha lavado de trajes (sin fosa desactivadora)	Canal de aguas lluvias	-
Preparación de soluciones	Canal	No definida
AGUAS NEGRAS		
ORIGEN	DESCARGA A	TIPO DE DESCARGA FINAL
Fosa séptica baño bloques 14 y 16.	Canal perimetral	Tubo Ø 3"
Fosa séptica baño bloques 22 y 24.	Canal perimetral	Tubo Ø 4"
Fosa séptica baños mecánica	Infiltración	-
Fosa séptica baños externos	Infiltración	-
AGUAS GRISES		
ORIGEN	DESCARGA A	TIPO DE DESCARGA FINAL
Comedor	Infiltración	-
PLANTA POTABILIZADORA		
ORIGEN	DESCARGA A	TIPO DE DESCARGA FINAL
Planta 2	Canal	Tubo Ø 3"
FOCOS DIFUSOS DE CONTAMINACIÓN		
ORIGEN	DESCARGA A	TIPO DE DESCARGA FINAL
Almacenamiento combustible generador	Canal junto reservorio grande	-
Mecánica	Canal de aguas lluvias	-
Compostaje y lombricultura	No definido	-

Medición de caudales

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Se determinó la necesidad de realizar la medición de caudales de las descargas definidas y en las que es posible hacerlo. Como parte del diagnóstico y herramienta para la elaboración y diseño de tratamientos y/o optimización de los existentes, se requirió el análisis químico de muestras de aguas en un laboratorio acreditado. Además, en el siguiente período de actividades se hizo énfasis en la observación de los procesos, sobre todo en lo referente a la post-cosecha.

La estimación de los caudales se realizó mediante aforo volumétrico, que implica la determinación del tiempo requerido para llenar un volumen definido.

Los aforos fueron realizados por lapsos representativos del tiempo total de descarga y en cada uno de los puntos de emisión; en lo que tiene que ver con hidroponía, lavado de trajes, agua de inmersión y lavado de follaje de post-cosecha, aguas negras y aguas grises.

El método volumétrico permite medir pequeños caudales de agua entre ellas surcos de riego y pequeñas acequias; el aforo volumétrico se aplica cuando la corriente o vertimiento presenta una caída de agua en la cual se pueda interponer un recipiente; se requiere un cronómetro y un recipiente aforado (balde de 10 o 20 litros con graduaciones de 1 L, o (caneca de 55 galones con graduaciones de 1 a 5 galones). Se utiliza un balde para caudales bajos o una caneca cuando se deban manejar grandes caudales (Bello y Pino, 2000)

En el caso específico del estudio realizado se procedió a medir los caudales con baldes de 20 litros con graduaciones de 1 litro. El recipiente se colocó bajo la corriente o vertimiento de tal manera que reciba todo el flujo; simultáneamente se activa el cronómetro. Se toma un volumen de muestra cualquiera dependiendo de la velocidad de llenado y se mide el tiempo transcurrido desde que se introduce a la corriente o vertimiento hasta que se retira de ella.

El caudal se calcula de la siguiente manera:

$$Q = V / t$$

Donde:

Q = Caudal en litros por segundo, L/s

V = Volumen en litros, L

T = Tiempo en segundos, s

La medición de caudal por aforo volumétrico se realizó tres veces. Los aforos fueron realizados por lapsos representativos del tiempo total de descarga y en cada uno de los puntos de emisión; en lo que tiene que ver con hidroponía, lavado de trajes, agua de inmersión y lavado de follaje de post-cosecha, aguas negras y aguas grises.

Paralelamente, se determinó mediante datos proporcionados por el cliente la cantidad de agua entregada al proceso y, consecuentemente, se obtuvo en el caso de fertirrigación de hidroponía, una relación porcentual de agua descargada versus el agua de ingreso (conv. pers.).

Además, con los datos meteorológicos de lluvias en la plantación se estimó el caudal promedio de descarga combinada de las fincas. Este es un dato muy importante para la selección de alternativas y estimación costo-beneficio de las soluciones técnicas de tratamiento.

La descarga de lodos de las plantas de potabilización se determinó mediante los datos proporcionados por el cliente (conv. pers.).

Los caudales de otras descargas puntuales como las de lavado de tinajas de hidratación de productos y cuartos fríos en post-cosecha, de frecuencia semanal, fueron determinados por datos proporcionados por el personal operativo. Sin embargo, debido a su volumen no son representativas a la hora de determinar el tipo de solución que se sugerirá (conv. pers.).

También se usaron datos bibliográficos, confiables para la determinación de caudales en

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

puntos inaccesibles o no cuantificables de manera directa.

Toma de muestras de las diferentes descargas de aguas residuales

Para realizar la toma de muestras se tomó como referencia la Guía Práctica de Monitoreo de Proceso de Tratamiento de Aguas Residuales (estandarizada dentro del programa ambiental regional para centroamérica / sistemas de gestión para el medio ambiente), dentro de este manual se ha establecido que para el procedimiento de muestreo de aguas residuales se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- a) La persona destinada a realizar el muestreo debe protegerse adecuadamente.
- b) Debe tomarse la muestra donde estén bien mezcladas las aguas residuales y de fácil acceso, como puntos de mayor turbulencia, caída libre desde una tubería o justamente en la entrada de una tubería.
- c) Deben excluirse las partículas grandes; es decir, mayores de 6 milímetros “un cuarto de pulgada”.
- d) Las muestras deben examinarse tan pronto sea posible, debido a que la descomposición bacteriana continúa en el frasco de la muestra. Después de una hora son apreciables los cambios biológicos.
- e) Tomar la temperatura del agua de donde se tomó la muestra.
- f) Identificar la muestra, anotar datos de la muestra y colocarlo en la hielera. (Guía Práctica de Monitoreo de procesos de tratamiento de aguas residuales)

La toma de muestra de aguas es una operación delicada, que debe llevarse a cabo con el mayor cuidado, dado que condiciona los resultados analíticos y su interpretación.

De una manera general, la muestra debe ser homogénea y representativa y no modificar las características fisicoquímicas o biológicas del agua (gases disueltos, materias en suspensión, etc.).

Envases para la toma de muestras

Exceptuando el material específico que pueda utilizarse para determinaciones especiales, los recipientes en que se recogieron las muestras fueron de vidrio borosilicatado o material plástico y cumplieron los siguientes requisitos:

- a) No desprender materia orgánica, elementos alcalinos, boro, sílice u otros que puedan contaminar la muestra recogida.
- b) Que la adsorción ejercida por sus paredes sea mínima sobre cualquiera de los componentes presentes en la muestra de agua.
- c) Que el material constituyente del recipiente no reaccione con los componentes de la muestra.
- d) Deberán poderse cerrar y sellar herméticamente.

Al momento de realizar la toma de muestras se tomaron ciertas precauciones. Por ejemplo es importante recalcar que los envases de plástico no deben utilizarse para el análisis de gases disueltos, debido a su permeabilidad, ni para analizar compuestos orgánicos y algunos elementos minerales (*por ejemplo fósforo*) dada su capacidad de adsorber dichos compuestos.

Los envases de vidrio no deben utilizarse para tomar las muestras en que se deben determinar elementos alcalinos, fluoruros, boro o sílice.

Los envases para la toma de muestra se trataron previamente con permanganato potásico y ácido sulfúrico, y después con agua destilada hasta la eliminación total de la acidez.

En el momento de la toma de muestra, los envases fueron enjuagados varias veces con el agua a analizar y después llenados completamente sin dejar cámara de aire.

Procedimiento de toma de muestras

La toma de muestras se realizó mediante el siguiente método:

Directamente: en la botella o recipiente plástico que posteriormente se envió a un laboratorio certificado. Para tomar la respectiva muestra, se procedió a colocar el recipiente correspondiente y se dejó fluir el agua durante cierto tiempo para conseguir que la muestra sea verdaderamente representativa.

El análisis químico de las muestras de agua nos permite obtener una caracterización de los efluentes, lo cual proporciona información para poder establecer cuál será el mejor tipo de tratamiento a emplearse, también es importante considerar que el análisis químico nos permite saber si las aguas residuales se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental y, por último estimar, mediante resultados analíticos, la eficiencia de las unidades de tratamiento que se encuentran funcionando (fosas desactivadoras, humedal y fosas sépticas).

La Dirección Ambiental del cantón Cayambe establece una serie de análisis a realizarse en las descargas de las fincas; sin embargo, la falta de definición de estos sitios, que hasta ahora han sido tomados arbitrariamente, ha impedido que los resultados analíticos obtenidos sean válidos en cuanto a su trazabilidad y sea imposible evaluarlos en el tiempo. Por este motivo, se propone la fijación de sitios de muestreo únicos, con la

aprobación del ente regulador, una vez que las soluciones determinadas de la Ingeniería de Aguas hayan sido instauradas.

Para determinar los parámetros que deben ser analizados en los lugares más relevantes se requirió una interpretación objetiva de la trazabilidad, debido a que los contaminantes se vierten a lo largo de los conductores de descargas (canales de drenaje).

De acuerdo a lo observado, como parte del diagnóstico y herramientas para la propuesta de soluciones, las muestras se tomaron en los siguientes puntos, información que es considerada en la tabla número 7.

Tabla 7. Ubicación de los puntos donde se realizó el muestreo de efluentes.

UBICACIÓN	NÚMERO	TIPO	PARÁMETROS
Descargas combinadas de hidroponía por finca (sin tratamiento)	2	Control interno	DQO, DBO5, hierro, pH, nitrógeno, fosforo y concentración de quelato
Post – cosecha	1	Control interno	DQO, DBO5, cloro residual, aluminio, plata, detergentes, aceites y grasas
Fosas desactivadoras	3	Control interno	DQO, DBO5, plaguicidas, detergentes, aceites y grasas.
Aguas negras	4	Control interno	DQO, cloro residual y coliformes fecales

Aguas grises	1	Control interno	pH, conductividad, DQO, DBO5, aceites y grasas, sólidos suspendidos y detergentes.
--------------	---	-----------------	--

Objetivo 2. Describir y evaluar los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes en las plantaciones de rosas de la empresa FLORECAL S.A.

Para el cumplimiento de este objetivo se siguieron los siguientes pasos:

- Se constató en campo la presencia de los diferentes tipos de tratamiento de aguas residuales que se da a las descargas de los diferentes procesos productivos y también el tratamiento que se da a las descargas de aguas negras y grises.
- Se consultó al personal técnico de FLORECAL S.A. acerca del funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones, lo cual proporcionó información importante para saber si los distintos tratamientos de los efluentes operaban de manera eficiente.

- Se tomó muestras de las descargas provenientes de los diferentes tipos de tratamientos de aguas residuales existentes en la florícola, con el fin de evaluar la calidad del efluente de descarga.

A continuación se describe los distintos tipos de tratamientos de aguas residuales existentes:

Fosa séptica

Las fosas sépticas son diseñadas con la finalidad de eliminar las aguas negras. Este tipo de tratamiento de aguas residuales consiste en tanques prefabricados que permiten la sedimentación y la eliminación de flotantes, actuando también como digestores anaerobios. Durante las visitas de campo se pudo comprobar que existen dos tipos de fosas sépticas en las plantaciones de FLORECAL S.A., aquellas que basan su funcionamiento en la infiltración y también existen fosas sépticas como cámaras de paso, es decir, luego de un proceso biológico las aguas tratadas son descargadas a canales de drenaje.

Es un sistema que utiliza la capacidad que tiene el suelo para absorber. El material sedimentado (los sólidos) forma en el fondo del depósito una capa de lodo o fango, degradado biológicamente con el tiempo y que debe extraerse periódicamente. (Guía Latinoamericana de Tecnologías Alternativas en Agua y Saneamiento).

Los elementos básicos de una fosa séptica son: el tanque séptico y el campo de Oxidación; en el primero se sedimentan los lodos y se estabiliza la materia orgánica mediante la acción de bacterias anaerobias, en el segundo las aguas se oxidan y se eliminan por infiltración en el suelo.

Tanque séptico

El tanque séptico es la unidad principal del sistema de la fosa séptica en este se separa la parte sólida de las aguas servidas por un proceso de sedimentación; además se realiza en su interior lo que se conoce como PROCESO SÉPTICO, este proceso busca la

estabilización de la materia orgánica mediante la acción de las bacterias anaerobias, posteriormente se obtiene un lodo inofensivo.

Para evaluar la capacidad del tanque séptico es necesario conocer el número de personas que serán usuarios del sistema, luego se adoptara un gasto de aguas servidas en términos de volumen por persona y por día sugiriendo como una medida un gasto de 200 litros/persona/día y un periodo de recepción de 24 horas.

Para determinar el volumen del tanque séptico se multiplica el número de usuarios por el gasto proporcional de agua con relación a las 24 horas.

$$V=n \times q$$

En donde:

V: volumen del tanque séptico.

N: número de usuarios.

Q: es el gasto proporcional con relación a las 24 horas

Así, si la florícola trabaja 12 horas diarias que será igual a $12/24$ del gasto diario.

Es necesario considerar que el personal de la empresa FLORECAL ha crecido, por lo cual es importante tener en cuenta el aumento que esto ha generado en el volumen de aguas negras que se conducen hacia las fosas sépticas.

Campo

de oxidación e infiltración

El campo de oxidación proporciona un tratamiento adicional del agua residual al permitir que ésta se filtre a través de una serie de cañerías perforadas, filtrando una capa de grava y luego el suelo. El suelo actúa como un filtro natural donde existen organismos que ayudan a tratar los residuos. Los sólidos dañan el campo de oxidación al obstruir los pequeños agujeros de las cañerías del campo de oxidación y la grava circundante, y el exceso de agua perjudica el sistema innecesariamente. Por ello se debe tener los cuidados respectivos al diseñar este tipo de unidades de tratamiento de aguas residuales.

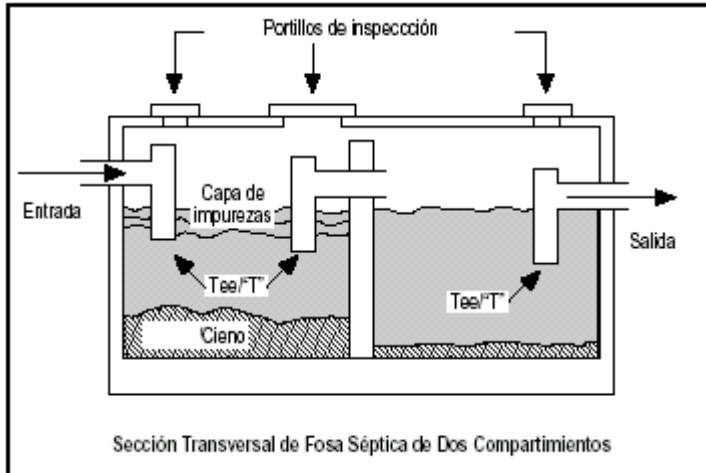
[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

En el gráfico 1 se puede apreciar el diseño de una fosa séptica de dos compartimientos.

Gráfico 1. Sección transversal de una fosa séptica de dos compartimientos.



Por la composición típica de los efluentes provenientes de las fosas sépticas, se sugiere, como medida de evaluación, la determinación de DBO, DQO y nutrientes que favorecen la biodegradación. Además, la presencia de microorganismos coliformes fecales es un parámetro de interés en la evaluación del tratamiento de aguas negras y grises. Por ello fue necesario determinar la calidad de los efluentes, tomando las respectivas muestras y enviándolas a un laboratorio acreditado por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE).

Metodología y Materiales que se utilizaron para realizar los muestreos de las aguas residuales.

Los materiales que se aplicaron para realizar el muestreo son:

- Guantes
- Baldes
- Jarras graduadas
- Recipientes de plástico (solamente para parámetros físico – químicos)

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

- Lentes de protección
- Marcador permanente

Previo a la toma de muestras se tomo en cuenta ciertas consideraciones:

- Se revisó que los recipientes para la toma de muestras se encuentre limpios y secos.
- Antes de tomar las muestras fue necesario recoger un pequeño volumen del agua residual y se procedió a enjuagar los recipientes tres veces.
- Los recipientes deben llenarse completamente.
- Se debe registrar cada una de las muestras colectadas.

Para determinar la calidad del efluente de salida se procedió a tomar una muestra compuesta, es decir, se toma varias muestras en distintos momentos en la descarga correspondiente a fosa séptica general de la finca 1. La muestra fue tomada directamente de la descarga que en este caso es un tubo de 4 pulgadas y se colocó un recipiente plástico para recolectar el efluente.

Para medir el caudal se procedió a utilizar el método de cubo y cronómetro, también denominado método de aforo volumétrico en el cual se coloca un recipiente debajo de la descarga del efluente y se calcula el tiempo que se demora en llenarse un recipiente de un determinado volumen.

Fosas desactivadoras

Las fosas desactivadoras basan su funcionamiento en el proceso físico-químico de adsorción, mediante el cual una superficie activada capta con aceptable selectividad moléculas de interés.

En el caso del carbón activado que se utiliza en las fosas desactivadoras (es su unidad medular porque el sistema integral también consta de una trampa de grasas y material flotante) este es capaz de adherir a si mismo las moléculas de compuestos orgánicos como son los pesticidas.

Existen dos formas de evaluar su funcionamiento:

- 1) Analizando la calidad del efluente de entrada y el efluente de salida y comparando la remoción de contaminantes (en función del DQO, DBO y compuestos de interés como son los pesticidas).
- 2) Evaluando la capacidad de adsorción del lecho del carbón activado; esta opción debe ser realizada bajo condiciones controladas de laboratorio y más bien sirve para estimar el tiempo de vida útil del lecho.

La opción más viable para evaluar este tipo de unidades de tratamiento de aguas residuales es analizar la calidad del efluente de entrada y el efluente de salida y comparando la remoción de contaminantes, sin embargo se debe considerar que las fosas desactivadoras de FLORECAL, en el momento que se realizó este estudio, no habían recibido ningún tipo de mantenimiento, por lo tanto se puede aseverar que dichas unidades no cumplen con su objetivo a partir de la caracterización del efluente de salida (que no cumple con la norma).

Según personal de campo de la empresa FLORECAL a ninguna de las fosas desactivadoras se les ha realizado mantenimiento (cambio de los lechos de carbón activado) en más de dos años y lo recomendable es hacerlo anualmente, por lo que dichas instalaciones aparentemente no tendrían la capacidad de tratamiento para las que fueron diseñadas.

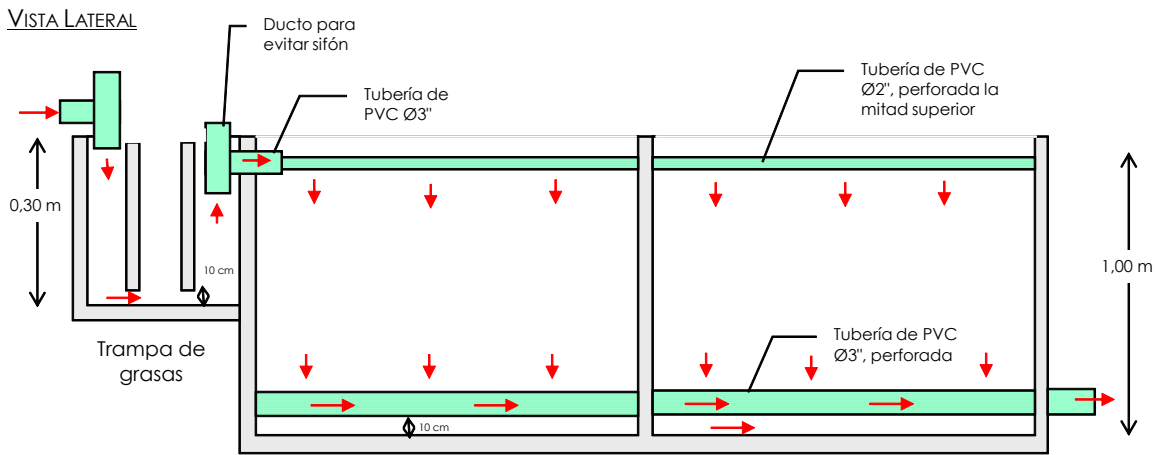
En el gráfico Nº 2 se presenta el diseño de un fosa desactivadora, la primera parte consta de una trampa de grasas que permite separar las grasas y aceites de las aguas residuales, dichas grasas se depositan en el tanque y posteriormente el efluente pasa por un lecho de carbón activado en donde las moléculas de compuestos orgánicos como pesticidas son adheridas.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Gráfico 2. Diseño de una fosa desactivadora.



Sistemas de fito-remediación mediante el uso de papiros

Consiste en la depuración de aguas residuales mediante humedales artificiales impermeables, es una alternativa eficiente, de bajo costo y con este método se aprovecha la capacidad de reducir o eliminar contaminantes de algunas plantas presentes en humedales, las plantas mediante procesos químicos, biológicos y físicos ayudan a la bio-recuperación de sustratos contaminados. Algunas plantas que son consideradas para este tipo de tratamiento son los carrizos, juncos, enneas, papiros que son capaces de degradar la materia orgánica, sustancias contaminantes, como nitratos y fosfatos, o microorganismos patógenos.

Dentro de la fito-remediación existe un amplia gama de tecnologías que reúnen un gran número de ventajas especialmente la limpieza y la economía porque no utilizan reactivos químicos peligrosos ni afectan negativamente la estructura del agua; dentro de estas tecnologías se distinguen:

- Fito-extracción: uso de plantas acumuladoras de elementos tóxicos o compuestos orgánicos para retirarlos del agua mediante su absorción y concentración.

- Fito-estabilización: uso de plantas para reducir la bio-disponibilidad de los contaminantes en el entorno, mejorando las propiedades físicas y químicas del medio.
- Fito-inmovilización: uso de las raíces de las plantas para la fijación inmovilización de los contaminantes; junto con la anterior son técnicas de contención.
- Fito-degradación: uso de plantas y microorganismos asociados para degradar contaminantes orgánicos.
- Rizo-filtración: uso de las raíces para absorber y adsorber contaminantes del agua y de otros efluentes acuosos. (Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente)

La empresa FLORECAL utiliza el tratamiento de fito-remediación mediante el uso de papiros. Este tipo de tratamiento biológico de aguas residuales actúa como filtro, sumidero de sedimentos y precipitados, y como biogeoquímico que recicla y transforma nutrientes.

Una de las principales ventajas de este tipo de tratamiento es su integración en el medio ambiente de manera natural, su mantenimiento es sencillo. Es adecuado para el tratamiento de caudales muy pequeños y aguas no muy contaminadas.

En la finca número 1, se cuenta, luego de la fosa desactivadora, con un humedal artificial de papiros para la remoción de contaminantes por fito-remediación.

Objetivo 3. Proponer alternativas para el tratamiento de las aguas residuales o si es el caso la recirculación de los efluentes.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Para el cumplimiento de este objetivo se siguieron los siguientes pasos:

- Para proponer un sistema de tratamiento de aguas residuales que sea eficiente es necesario conocer cuáles son los parámetros objetivo: son aquellos que se encuentran por encima de los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental ecuatoriana. Para ello es necesario revisar en los resultados cuales son los parámetros que se encuentran por encima de la norma.
- Conocer el volumen total de agua a tratar. Para ello es necesario saber cuál es el caudal de cada una de las descargas y realizar una sumatoria
- Composición del efluente promedio a tratar. Para obtenerlo se debe realizar el cálculo de la sumatoria producto de la concentración de parámetros en cada uno de los efluentes multiplicado por su relación porcentual en la composición del vertido final.
- Analizar la relación DBO/DQO para poder determinar qué tipo de alternativa de tratamiento de aguas residuales debe aplicarse.

Conocer los parámetros objetivo

Para conocer los parámetros objetivo es necesario revisar los resultados analíticos y constatar cuáles son los parámetros que se encuentran por encima de los límites permisibles.

Conocer el volumen total de agua a tratar

Para conocer el volumen total de agua a tratar es necesario saber cuál es el caudal de cada uno de de las descargas y realizar la sumatoria de las mismas

Composición promedio del efluente a tratar

Para obtenerlo se debe realizar el cálculo de la sumatoria producto de la concentración de parámetros en cada uno de los efluentes multiplicado por su relación porcentual en la composición del vertido final. Para ello se procedió a utilizar la siguiente fórmula:

$$P = \sum_{n=1}^n pn \times \%En$$

P = concentración del parámetro que corresponde

pn = concentración del parámetro en cada uno de los efluentes

$\%En$ = porcentaje de ese efluente de la composición final ponderada.

Relación DBO/DQO

La relación entre los valores de DBO y DQO es indicativa de la biodegradabilidad de la materia contaminante. En aguas residuales un valor de la relación DBO/DQO menor de 0,2 se interpreta como un vertido de tipo inorgánico y orgánico si es mayor de 0,6.

En la tabla № 8 se muestra el índice de biodegradabilidad o relación DBO/DQO.

Tabla 8. Relación entre los valores de DBO y DQO.

DBO/DQO	Carácter
> 0,4	Biodegradable
> 0,2 y < 0,4	Medianamente biodegradable
< 0,2	Muy poco biodegradable

Para considerar un sistema de tratamiento de aguas residuales se debe considerar los siguientes criterios:

- Garantizar la remoción de los contaminantes objetivos (los contaminantes objetivo son aquellos parámetros que se encuentran fuera de los límites permisibles).
- Obtener un efluente tratado cumpliendo los parámetros de norma de descarga (de acuerdo al TULAS).
- Optimizar (minimizar la capacidad del sistema y, por ende, reducir la inversión inicial).
- Propender la sustentabilidad del sistema y su facilidad de operación.

7. RESULTADOS

Para el objetivo uno se obtuvieron los siguientes resultados:

Caudales de las diferentes descargas de aguas residuales de los procesos productivos y aguas negras y grises.

Hidroponía

Los resultados obtenidos de la medición de caudales por aforo volumétrico de las descargas de hidroponía de la finca 1 son los presentados en la tabla Nº 9.

Tabla 9. Resultados de la estimación de caudales provenientes de la descarga de hidroponía.

BLOQUE	VOLUMEN DE DESCARGA m ³ /día	VOLUMEN DE RIEGO m ³ /día	VOLUMEN DE RETORNO (PURGA DE VALVULAS) m ³ /día
5	2,15	MIN 7,11	2,13
		MED 15,74	4,72
		MAX 24,37	7,31
7	11,71	MIN 13,70	4,11
		MED 30,35	9,10
		MAX 46,99	14,10
8	9,57	MIN 14,43	4,33
		MED 31,94	9,58
		MAX 49,46	14,84
9	44,91	MIN 43,64	13,09
		MED 96,63	28,99
		MAX 149,61	44,88
10	13,40	MIN 20,20	6,06
		MED 44,72	13,42
		MAX 69,24	20,77
30	No determinado	MIN 21,87	6,56
		MED 48,43	14,53
		MAX 74,99.	22,50

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

TOTAL	81,75	MIN	120,95	36,28
		MED	267,81	80,34
		MAX	414,67	124,40

La tasa de agua descargada en relación a la de riego se encuentra entre el 20 y 68%.

Los resultados de estimación de caudales de Hidroponía son presentados en la tabla N° 10.

Tabla 10. Resultados de la estimación de caudales de hidroponía provenientes de la Finca 2.

BLOQUE	VOLUMEN DE DESCARGA	VOLUMEN DE RIEGO		VOLUMEN DE RETORNO (PURGA DE VALVULAS)
	<i>m³/día</i>	<i>m³/día</i>		<i>m³/día</i>
18	14,99	MIN	50,49	15,15
		MED	111,80	33,54
		MAX	173,11	51,93
18A	25,06	MIN	8,66	2,60
		MED	19,17	5,75
		MAX	29,68	8,90
19	37,07	MIN	21,33	6,40
		MED	47,22	14,17
		MAX	73,12	21,94
21 A	21,67	MIN	13,12	3,94
		MED	29,06	8,72
		MAX	45,00	13,50
25	9,95	MIN	8,75	2,62
		MED	19,37	5,81
		MAX	30,00	9,00
TOTAL	108,74	MIN	102,35	30,70
		MED	226,62	67,99
		MAX	350,90	105,27

En promedio, en la finca 2 la relación de agua descargada versus agua de riego se encuentra entre el 31 y 100%. Esto de ninguna manera implica que los nutrientes presentes en el agua de riego se pierdan o salgan del proceso en la misma proporción.

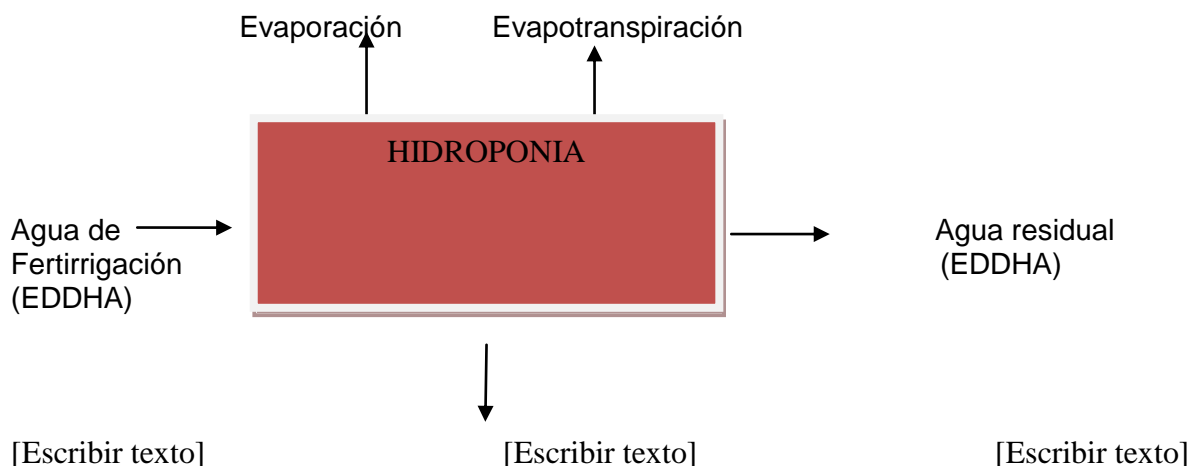
En ambas fincas los volúmenes mínimo, medio y máximo de agua de riego fueron estimados por la información suministrada por personal técnico de FLORECAL S.A., de acuerdo al tipo de sistema de siembra (plástico o en macetas), número de camas y al rango de pulsos de riego por día (entre 7 y 24).

El volumen del líquido de retorno por alivio de las válvulas fue calculado sobre la base de que representa máximo el 30% del volumen de riego entregado.

Por la confiabilidad del sistema de tratamiento a proponerse, se establece que éste en su máximo caudal, pueda tratar un margen de seguridad de un 30% sobre el volumen total medido de descargas de hidroponía. Esto se justifica al tomar en cuenta posibles cambios de sustrato, limpieza de goteros o menor eficiencia en el uso de agua de hidroponía, debidos a condiciones climáticas o menor eficiencia en el uso de agua de hidroponía, debidos a condiciones climáticas o situaciones eventuales y no controlables de operación.

En el Gráfico 3 se esquematiza el balance másico (específicamente hídrico), tomando los cultivos de hidroponía como un proceso integral. Operativamente el peor evento, en cuanto a la descarga de agua residual, es aquel en que el volumen de agua entregada es igual al de agua residual descargada. Además, deberá tomarse en cuenta el volumen de agua de retorno por alivio de las válvulas que actualmente se está descargando a los reservorios: ya sea para su tratamiento o para su almacenamiento para posterior uso.

Gráfico 3. Esquema del balance másico del proceso de Hidroponía.



Otras pérdidas menores

De esta manera, siendo la suma de caudales de descarga de agua residual de hidroponía de las dos fincas 190,5 m³ por día, el sistema de tratamiento de este tipo de agua debe considerar manejar diariamente un volumen total aproximado de 250 m³; o sea el caudal de diseño deberá considerar un margen de seguridad. Obviamente, esto es considerando encauzar a través de tuberías todas las aguas residuales de la finca 2 hacia la finca 1, para juntarlas en un único sistema de tratamiento.

Otros Aportantes

a) Aguas negras y grises

Una estimación de caudal fue realizada en la descarga de la fosa séptica general de la finca 1, obteniéndose un volumen total de alrededor de 8 m³ por día. Sin embargo, el ducto de descarga se encuentra perforado y dicho volumen de aforo no corresponde al total. Se estima que existe una pérdida por infiltración de aproximadamente 3 m³, diariamente.

El caudal de aguas grises de la cocina y comedor de la finca 1 es de 3,5 m³. Ésta descarga es puntual y tiene frecuencia diaria durante dos a tres horas. No es un caudal de medición razonable.

Ante la imposibilidad de determinar con exactitud los caudales de aguas negras y grises producidos en la fincas, se ha estimado por referencia estadística de la Organización Mundial de la Salud, OMS, que el consumo de agua potable es 200 l/ (persona x día). Por lo tanto, el volumen máximo de aguas negras y grises producido es de 83 m³. Pero se debe acotar que de este volumen son encausables solamente 35 m³.

b) Lavado de trajes y frascos

En ambas fincas el agua residual de lavado, de trajes no se encauza a fosas desactivadoras y la conducción de ésta es muy difusa. Sin embargo en la finca 1 se logró

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

medir un caudal referencial de esta agua descargada después de la aplicación de químicos por parte de una cuadrilla típica de fumigadores. Los datos obtenidos demuestran que el volumen descargado es de 45 litros por día y por finca; siendo el volumen total 90 litros por día. Se acota que este caudal no es significativo, sin embargo la concentración de contaminantes podría ser importante.

El lavado de frascos no tiene una frecuencia estrictamente establecida, por tanto su caudal no ha sido cuantificable.

Las aguas residuales de lavado de trajes y lavado de frascos deberán ser encauzadas a fosas desactivadoras.

c) Agua de inmersión (post-cosecha)

Las aguas residuales del proceso de inmersión son descargadas al humedal, previo paso por una fosa desactivadora. El volumen total descargado de aguas residuales de este tipo es máximo 0,93 m³ por día.

d) Agua de lavado de follaje (post – cosecha)

Las aguas residuales del proceso de lavado de follaje son directamente descargadas a un canal de drenaje y su caudal máximo es 1,395 m³ por día.

e) Aguas residuales de lavado de tinajas de hidratación de cuartos fríos y productos (post-cosecha)

La descarga de esta agua es realizada semanalmente o cada 5 días. El volumen total de descarga es de aproximadamente 17 m³ por semana que prorrateados representan un caudal máximo de 2,325 m³ por día.

f) Lodos de plantas de potabilización

Estas descargas son de frecuencia mensual y alcanzan un volumen total de 13m³ que podrían ser eventualmente descargados el mismo día.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Aportes de aguas lluvias

El aporte de aguas lluvias a la descarga combinada de las fincas de FLORECAL requiere especial mención debido a su mezcla con aguas residuales del proceso productivo y que, en la actualidad, la convierten en un volumen muy significativo de aguas que debieran ser tratadas.

Además, la ley ambiental ecuatoriana exige la separación de aguas residuales de otras que no lo son, puesto que se incurriría en dilución y por otra parte se está contaminando el recurso hídrico e incrementando los costos por implantación de sistemas de tratamiento y por operación.

De acuerdo a los datos proporcionados por el cliente, la máxima repetibilidad parecería ser la que se ha presentado hasta lo que va del año 2008; así se tomara de referencia el volumen total de la finca de acuerdo a estos datos.

Si el máximo anterior fue la pluviosidad del año 2006 que llegó a 1340 mm y que el incremento para igual período del año 2008 hasta la fecha es del 37%; la pluviosidad máxima esperada para el presente año es 1836 mm. Si se considera cómo área de aporte completo o al 100%, aquella superficie de la plantación cubierta con invernaderos y que corresponde a 32,5 Ha; el volumen total de agua lluvia que será aportada a los canales de drenaje en el año será 596635, que durante los 180 días que tiene en promedio la estación lluviosa, aportaría 3315 m³ por día.

Adicionalmente, no se ha considerado la superficie no cubierta de la plantación que, con condiciones de suelo fértil y con la vegetación adecuada debiera retener el 30% de la lluvia caída sobre ella. El restante 70% se escurrirá hacia los canales de drenaje aportando aproximadamente 1682 m³ por día.

El anterior cálculo fue realizado mediante el programa HELP de la Environmental Protection Agency (EPA por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América para control de inundaciones.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

En conclusión, el aporte total por aguas lluvias podría ser en promedio 4998 m³ por día, en la estación lluviosa.

Resultados analíticos provenientes de la descarga de aguas residuales de los procesos productivos.

Para poder determinar la calidad del efluente proveniente de las diferentes descargas de aguas residuales se procedió a recolectar las correspondientes muestras para saber cuál es la composición química de las mismas.

Los análisis de laboratorio se realizaron en un laboratorio acreditado por la OAE.

Los resultados analíticos obtenidos de las descargas de hidroponía se presentan en la Tabla Nº 11.

Tabla 11. Resultados analíticos obtenidos de la descarga de hidroponía.

Parámetro	Método EPA /SM	Unidad	Muestra 1	Valores Máximos Permisibles
Cloro libre	SM 4500 Cl	mg/L	0,04	0,5
Detergentes	EPA 425.1 SM 5540 C	mg/L	0,42	0,50
Aceites y grasas	EPA 418.1 mod	mg/L	3,00	0,3
Temperatura	In situ	°C	11,20	<35
Conductividad	In situ	µS/cm	1.138	NR
DBO 5 días	EPA 300,07 SM 5210 D	mg/L	18,00	100
Demanda Química de Oxígeno DQO	EPA 410.4/SM 5220 D	mg/L	165,00	250
pH	EPA 150.1/SW 4500H	pH	6,68	5-9
Fósforo	SM 4500-P	mg/L	6,61	10
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	EPA 160.3/SM 2540 B	mg/L	99	100
Sólidos Sedimentables (SS)	EPA 160.5	mg/L	<0,1	1
NH ₄ -N	EPA 350,1	mg/L	0,129	15

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

NO3-N	EPA 353,2	mg/L	22,0	10
Hierro (Fe)	EPA 7000B // SM 3500-Fe	mg/L	1,677	10
Cobre (Cu)	EPA 7000B // SM 3500-Cu	mg/L	0,09	1
Molibdeno (Mo)	EPA 7000B // SM 3500-Mo	mg/L	<0,25	NR
Manganeso (Mn)	EPA 7000B // SM 3500-Mn	mg/L	0,095	2
Zinc (Zn)	EPA 7000B // SM 3500-Zn	mg/L	0,151	5
Boro	EPA 7000B	mg/L	<0,1	
Pesticidas Organoclorados	GC ECD #	ppb	ND	0,05
Pesticidas Organofosforados	GC FPD ##	ppb	ND	0,1

En tabla N° 11 se puede apreciar que el valor del parámetro NO3-N (Nitritos y Nitratos) es 22,0 mg/L y el valor del parámetro Aceites y Grasas es 3,00 mg/L, los cuales están por encima de los Valores Máximos Permisibles, establecidos en el tabla 12, Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce, contenido en el Libro VI, anexo 1, Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (Anexo 9).

Aguas Negras

Los resultados analíticos obtenidos del efluente proveniente de la descarga de aguas negras se presentan en la tabla N° 12.

Tabla 12. Resultados analíticos obtenidos de la descarga de aguas negras

Parámetro	Método EPA / SM	Unidad	Muestra 1	Valores Máximos Permisibles
DBO 5 días	EPA 300,07 SM 5210 D	mg/L	68,00	100
DQO	EPA 410.4/SM 5220 D	mg/L	178,00	250
Cloro activo	SM 4500 CI	mg/L	0,80	0,5
pH	EPA 150.1/SW 4500H	pH	7,69	5-9
Coliformes Fecales	SM 9221	UFC/100ml	>3800	Remoción > al 99,9 %

En la tabla N° 12 se puede constatar que el valor del parámetro Cloro Activo es 0,80 mg/L y se encuentra por encima de los Valores Máximos Permisibles, establecidos en el tabla

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

12, Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce, contenido en el Libro VI, anexo1, Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (Anexo 9).

Aguas Grises

En la tabla Nº 13 se presentan los resultados analíticos obtenidos del efluente proveniente de la descarga de aguas grises.

Tabla 13. Resultados obtenidos de la descarga de aguas grises.

Parámetro	Método EPA / SM	Unidad	Muestra 1	Valores Máximos Permisibles
Aceites y grasas	EPA 418.1 mod	mg/L	17	0,3
DBO 5 días	EPA 300,07 SM 5210 D	mg/L	160	100
DQO	EPA 410.4/SM 5220 D	mg/L	585	250
Cloro activo	SM 4500 Cl	mg/L	0,66	0,5
pH	EPA 150.1/SW 4500H	pH	5,31	5-9
Detergentes	EPA 425.1 SM 5540 C	mg/L	0,65	0,50
Fenoles	EPA 420.1	mg/L	0,01	0,20

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Coliformes Fecales	SM 9221	UFC/100 ml	<3	Remoción > al 99,9 %
--------------------	---------	------------	----	----------------------

En la tabla Nº 13 Se puede constatar que el valor de los parámetros Aceites y grasas (17 mg/L), DBO 5 días (160 mg/L), DQO (585 mg/L), Cloro activo (0,66 mg/L) y Detergentes (0,65 mg/L) se encuentra por encima de los Valores Máximos Permisibles, establecidos en el tabla 12, Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce, contenido en el Libro VI, anexo1, Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (Anexo 9).

Lavado de trajes y frascos

En la tabla Nº 14 se muestran los resultados analíticos provenientes del efluente de la descarga de lavado de trajes en la finca1.

Tabla 14. Resultados analíticos obtenidos de la descarga de aguas residuales provenientes del lavado de trajes en la finca 1.

Parámetro	Método EPA /SM	Unidad	Muestra 1	Valore Máximos Permisibles
Cloro activo	SM 4500 CI	mg/L	0,21	0,5
Detergentes	EPA 425.1 SM 5540 C	mg/L	0,41	0,50
Aceites y grasas	EPA 418.1 mod.	mg/L	4,00	0,3

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Temperatura	In situ	°C	11,00	<35
Conductividad	In situ	μS/cm	953	NR
DBO 5 días	EPA 300,07 SM 5210 D	mg/L	12,00	100
pH	EPA 150.1/SW 4500H	pH	8,07	5-9
Fósforo	SM 4500-P	mg/L	0,94	10
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	EPA 160.3/SM 2540 B	mg/L	248	100
Sólidos Sedimentables (SS)	EPA 160.5	mg/L	<0,1	1
NH4-N	EPA 350,1	mg/L	0,12	15
NO2-N	EPA 353,2	mg/L	0,208	10
Hierro (Fe)	EPA 7000B // SM 3500-Fe	mg/L	0,22	10
Cobre (Cu)	EPA 7000B // SM 3500-Cu	mg/L	<0,050	1
Molibdeno (Mo)	EPA 7000B // SM 3500-Mo	mg/L	<0,50	NR
Manganeso (Mn)	EPA 7000B // SM 3500-Mn	mg/L	0,24	2
Zinc (Zn)	EPA 7000B // SM 3500-Zn	mg/L	0,050	5
Pesticidas Organoclorados	GC ECD #	ppb	ND	0,05
Pesticidas Organofosforados	GC FPD ##	ppb	ND	0,1

En la tabla Nº 14 se puede apreciar que el valor del parámetro Aceites y grasas es 4,00 mg/L y el valor del parámetro Sólidos Suspendidos Totales es 248 mg/L ambos parámetros se encuentran por encima de los Valores Máximos Permisibles, establecidos en el tabla 12, Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce, contenido en el Libro VI, anexo 1, Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (Anexo 9).

Para el objetivo dos se obtuvieron los siguientes resultados:

Describir y Evaluar el desempeño de los sistemas implementados, ya existentes, para el tratamiento de las aguas residuales (fosas sépticas, fosas desactivadoras, etc.).

En lo referente a la evaluación de las fosas sépticas es necesario considerar lo siguiente:

La fosa séptica general de la Finca 1, basa su funcionamiento en un diseño de infiltración sin embargo en las visitas de campo se pudo constatar que éste tipo de tratamiento de

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

aguas residuales no funciona de la manera esperada, de donde se concluye que el diseño no es el adecuado.

La fosa séptica ubicada junto a la mecánica, en la Finca 2, es un pozo séptico ciego que debía ser evacuada una vez al mes, pero debido al crecimiento del personal dicho tipo de tratamiento supera su capacidad instalada y requiere un rediseño.

En la tabla 15 se muestran los resultados analíticos obtenidos de la descarga de los efluentes provenientes de la fosa séptica general de la finca 1.

Tabla 15. Resultados analíticos de la descarga de los efluentes provenientes de la fosa séptica general de la finca 1.

Parámetro	Método EPA / SM	Unidad	Muestra 1	Valores Máximos Permisibles
DBO 5 días	EPA 300,07 SM 5210 D	mg/L	68,00	100
DQO	EPA 410.4/SM 5220 D	mg/L	178,00	250
Cloro activo	SM 4500 CI	mg/L	0,80	0,5
pH	EPA 150.1/SW 4500H	pH	7,69	5-9
Coliformes Fecales	SM 9221	UFC/10 0ml	>3800	Remoción > al 99,9 %

En la tabla Nº 15 se puede constatar que el valor del parámetro Cloro Activo es 0,80 por lo que se encuentra por encima del Valor Máximo Permisible, establecido en el tabla 12, Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce, contenido en el Libro VI, anexo1, Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (Anexo 9).

En lo referente a la evaluación de las fosas desactivadoras es necesario considerar:

Las fosas desactivadoras basan su funcionamiento en los lechos de carbón activado en el cual se produce la absorción de contaminantes, sin embargo dichas instalaciones no han recibido el mantenimiento necesario para su correcto funcionamiento, debido a que no se ha realizado el cambio de los lechos de carbón activado en más de dos años y lo recomendable es hacerlo anualmente, esto ocasiona que las fosas desactivadoras

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

carezcan de la capacidad de tratamiento para las que fueron diseñadas.

Fosa desactivadora finca 1

En la tabla Nº 16 se muestran los resultados analíticos obtenidos del efluente proveniente de las aguas de inmersión y lavado de follaje del proceso de post-cosecha, dicho efluente pasa por la fosa desactivadora y posteriormente por un tratamiento de fito-remediación con papiros.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Tabla 16. Resultados analíticos provenientes de los efluentes de la descarga de la fosa desactivadora de la finca 1.

Parámetro	Método EPA /SM	Unidad	Muestra 1	Valores Máximos Permisibles
Cloro libre	SM 4500 Cl	mg/L	0,77	0,5
Detergentes	EPA 425.1 SM 5540 C	mg/L	0,45	0,50
Aceites y grasas	EPA 418.1 mod	mg/L	24	0,3
Temperatura	In situ	°C	11,4	<35
Conductividad	In situ	µS/cm	756	NR
DBO 5 días	EPA 300,07 SM 5210 D	mg/L	68	100
pH	EPA 150.1/SW 4500H	pH	7,04	5-9
Fósforo	SM 4500-P	mg/L	<0,06	10
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	EPA 160.3/SM 2540 B	mg/L	464	100
Sólidos Sedimentables (SS)	EPA 160.5	mg/L	1,6	1
NH4-N	EPA 350,1	mg/L	0,29	15
NO2-N	EPA 353,2	mg/L	1,48	10
Hierro (Fe)	EPA 7000B // SM 3500-Fe	mg/L	4,780	10
Cobre (Cu)	EPA 7000B // SM 3500-Cu	mg/L	<0,050	1
Molibdeno (Mo)	EPA 7000B // SM 3500-Mo	mg/L	<0,50	NR
Manganeso (Mn)	EPA 7000B // SM 3500-Mn	mg/L	0,88	2
Zinc (Zn)	EPA 7000B // SM 3500-Zn	mg/L	0,55	5
Pesticidas Organoclorados	GC ECD #	ppb	ND	0,05
Pesticidas Organofosforados	GC FPD ##	ppb	ND	0,1

En la tabla Nº 16 se puede apreciar que el valor del parámetro Aceites y grasas es 24 mg/L, el valor del parámetro Cloro libre es 0,77 mg/L , Sólidos Sedimentables es 1,6 mg/L y Sólidos Suspendidos Totales es 464 mg/L dichos valores se encuentran por encima de los Valores Máximos Permisibles, establecidos en el tabla 12, Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce, contenido en el Libro VI, anexo 1, Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (Anexo 9).

Objetivo 3:

Proponer alternativas para el tratamiento de las aguas o si es el caso la recirculación de los efluentes.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

A continuación se puede apreciar la descarga diaria de cada uno de los procesos productivos, al realizar la sumatoria se obtiene el volumen total de aguas a tratar.

En la tabla Nº 17 se puede apreciar que el volumen de agua a tratar es de 300.78 m³ por día.

Tabla 17. Volumen de agua a tratar.

Proceso productivo	Descarga (m ³ por día)
Hidroponía	257,64
Aguas negras y grises	36,06
Post – cosecha	4,65
Lavado de frascos	1.02
Lodos de potabilización	0.51
Lavado de trajes	0.9
Total	300.78

Tabla 18. Distribución porcentual de las aguas residuales de los diferentes procesos productivos.

Hidroponía	85, 88%
Aguas negras y grises	12, 02%
Post-cosecha	1, 55%
Lavado de frascos	0, 34%
Lodos de potabilización	0, 17%
Lavado de trajes	0, 30%

Distribución porcentual de las aguas residuales de los diferentes procesos

Las aguas residuales de procesos corresponden a 300 m³ de las cuales 85,88% representan a las aguas de hidroponía, 12,02% representan a la descarga de aguas negras y grises, el 1,55% corresponde a los efluentes provenientes de post-cosecha, 0,34% proveniente del proceso de lavado de frascos, el 0,17% corresponde a lodos de la planta potabilizadora y el 0,30 proviene del lavado de trajes. En el gráfico Nº 4 se puede apreciar la distribución porcentual de las aguas residuales de los diferentes procesos.

Gráfico 4. Muestra la distribución porcentual de las aguas residuales de los diferentes procesos.

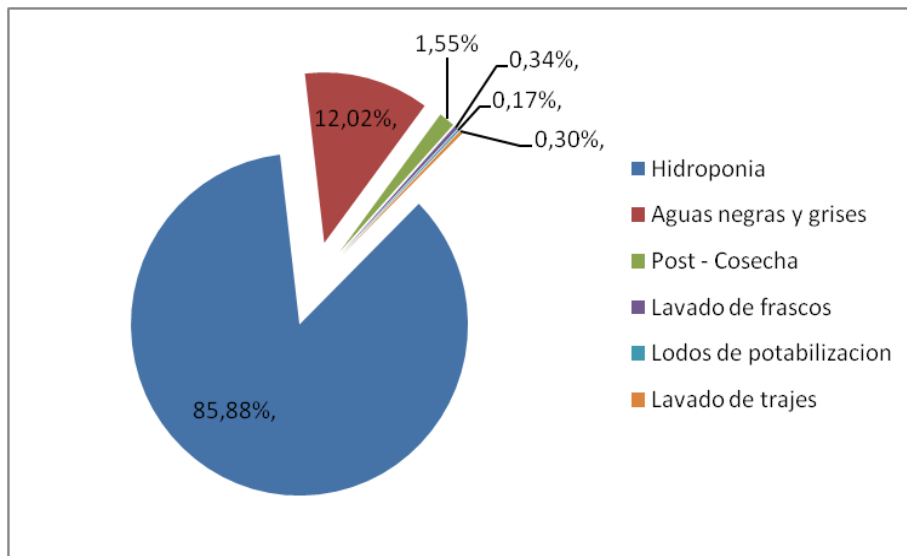


Tabla 19. Composición promedio del efluente a tratar.

Los resultados presentados son valores ponderados, su obtención se realizó mediante cálculo porcentual, cálculo de la sumatoria producto de la concentración de parámetros en cada uno de los efluentes multiplicado por su relación porcentual en la composición del vertido final.

CONTAMINANTE	UNIDAD	CONCENTRACIÓN	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Cloro libre	mg/l	0,14	
Detergentes	mg/l	0,04	
Aceites y grasas	mg/l	3,86	0.3
DBO5	mg/l	29	100
DQO	mg/l	186	250
pH	-	6,7	5-9
Fósforo	mg/l	5,68	10
SST	mg/l	108,56	100
S. Sedimentables	mg/l	0,03	1.0
N. Amoniacal	mg/l	0,12	
Nitrato	mg/l	18,92	10
Hierro	mg/l	1,52	10
Boro	mg/l	No detectable	2.0
Cobre	mg/l	0,08	1.0
Molibdeno	mg/l	No detectable	
Manganeso	mg/l	0,10	2.0
Zinc	mg/l	0,14	5.0
P.Organoclorados	ng/l	No detectable	
P. Organofosforados	ng/l	No detectable	
Fenoles	mg/l	No detectable	

En la tabla 19 se puede constatar que los contaminantes objetivo, es decir los contaminantes que están por encima de los límites permisibles son:

Aceites y grasas (co-extractables en hexano)

Sólidos suspendidos totales

Nitrato

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Relación DBO versus DQO: 15%

Presencia EDDHA

Aunque la relación DBO versus DQO es baja se propone un tratamiento mixto (biológico y físico-químico) puesto que los contaminantes objetivo provienen de nutrientes para las plantas.

La selección del mejor tipo de tratamiento de aguas residuales se realiza en función del tipo de contaminante a remover (por ejemplo una alta carga orgánica, DBO versus la carga total contaminante; DQO). De acuerdo a los datos obtenidos en el estudio la relación DBO_5 versus DQO es de aproximadamente 15%, según lo que establece la escala de la relación DBO/DQO se sugiere el tratamiento físico-químico de las aguas residuales, pero debido a que los contaminantes objetivo provienen de nutrientes para las plantas, esto estimulará el crecimiento de microorganismos que faciliten la degradación de dichos compuestos, por estas razones se propone un sistema de tratamiento mixto que considera un tratamiento físico-químico y también un tratamiento biológico.

Como alternativa de tratamiento de los efluentes residuales se propone la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales que se describe a continuación.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

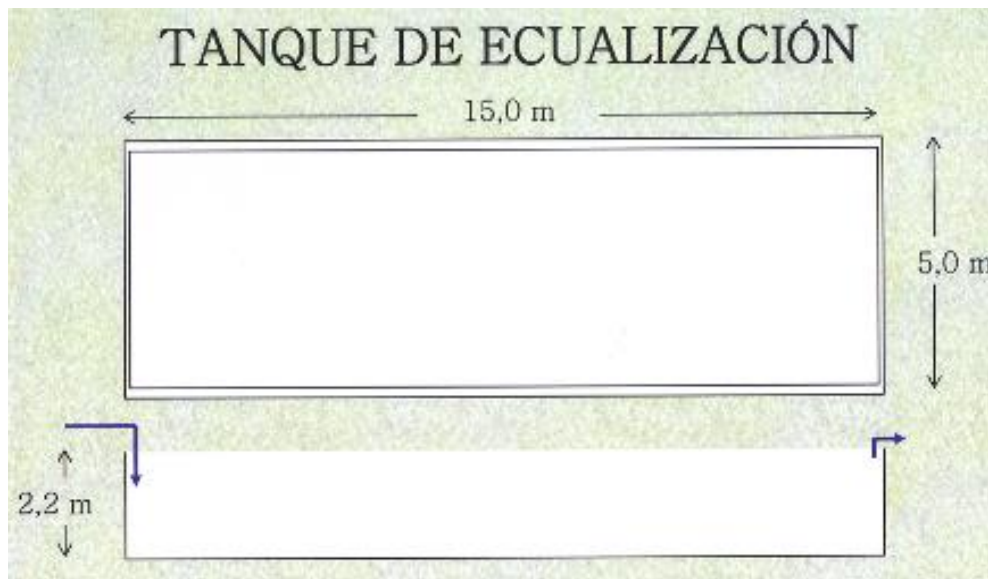
Descripción de la planta de tratamiento de aguas residuales (alternativa de solución)

La planta de tratamiento de aguas residuales de proceso y negras/grises estará compuesta de los siguientes elementos:

- Tanque de equalización de 165 m³ de capacidad, tendrá una profundidad de 2,2 metros, 15 metros de largo por 5 de ancho. A este tanque se encausaran las aguas de los diferentes procesos y la salida de agua será por desborde. Para su construcción se hará una excavación en el suelo natural y las paredes y el fondo se recubrirán de una película de polietileno de alta densidad de 1,0 a 1,5 mm de espesor.

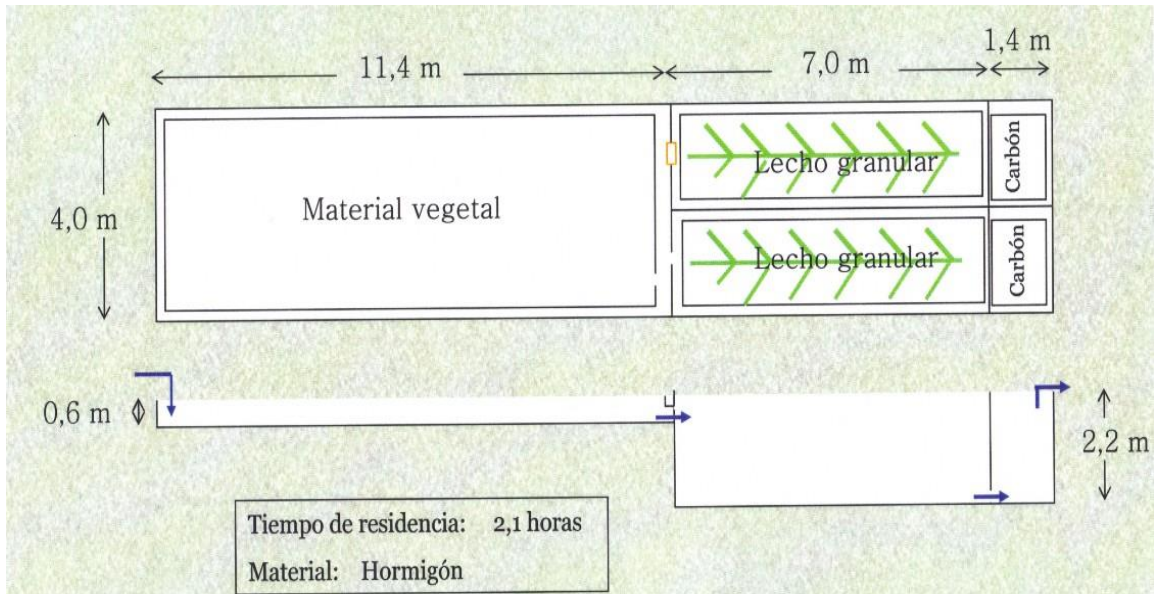
En el gráfico N° 5 se muestra el diseño del tanque de equalización al cual se encausaran los efluentes provenientes de los diferentes procesos productivos.

Gráfico 5. Diseño tanque de equalización



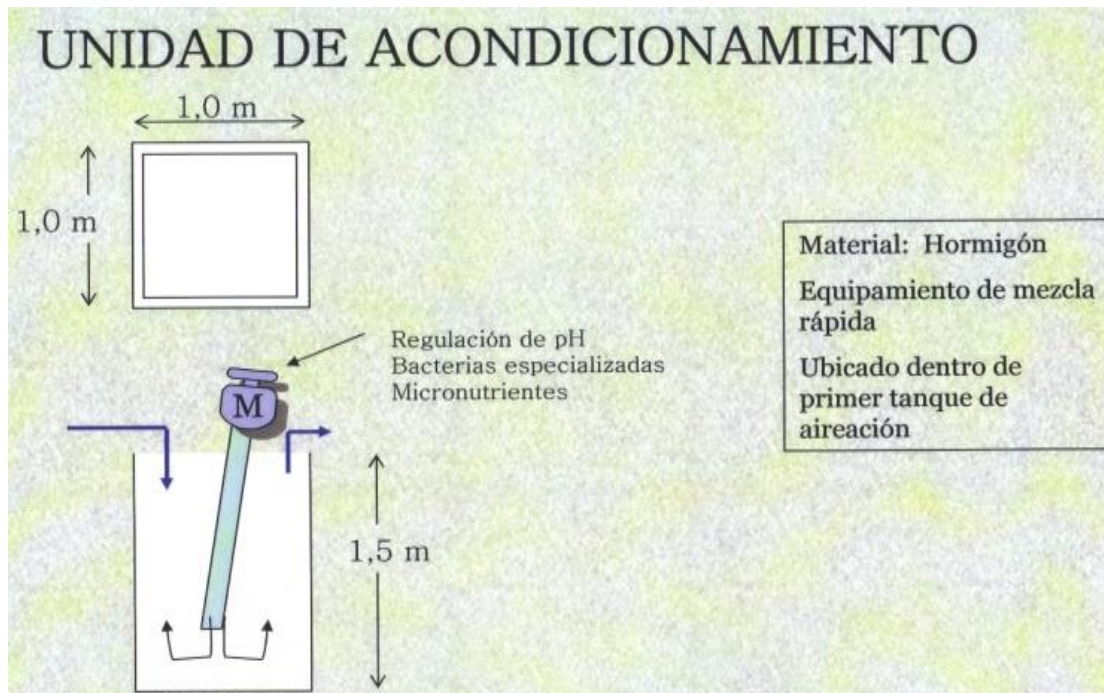
- Módulo de desbaste multipropósito, constituido por tres etapas o procesos. Primero un tanque de 4 metros de ancho por 11,4 metros de largo y 0,6 metros de profundidad, en este tanque se colocará un lecho de material vegetal (hojas, tallos, flores) que será utilizado como captador de EDDHA y cuya sustitución deberá realizarse cada quince días. A continuación del primer tanque vienen en paralelo o por duplicado, un filtro granular compuesto por arena en un depósito de 7 metros de largo, 2 metros de ancho y 2,2 metros de profundidad, al cual ingresa el líquido por la parte inferior mediante una bomba y un sistema de distribución del tipo espina de pescado; finalmente, dos tanques de 1,4 metros de largo, por dos de ancho y 2,2 m de profundidad, lleno de carbón activado/antracita. Al construir los dos últimos tanques de desbaste por separado se favorece el mantenimiento y cambio de los lechos, tanto de arena, como de carbón activado/antracita; en ambos casos, se prevé que la frecuencia de cambio no sea menor a seis meses. Todos estos tanques serán construidos en hormigón. En el gráfico № 6 se muestra el diseño del modulo de desbaste multipropósito que consta de tres fases: la primera parte consiste en un tanque en el cual se colocara un lecho de materia vegetal que capte el quelato de hierro EDDHA, posteriormente irán dos tanques en paralelo los cuales tendrán un filtro granular compuesto por arena, finalmente habrá dos tanques con carbón para la adsorción de los contaminantes.

Gráfico 6. Diseño del modulo de desbaste multipropósito



- Tanque de acondicionamiento, construido en el interior de la primera piscina de tratamiento aerobio, de 1 metro de ancho, por uno de largo y 1,5 de profundidad; provisto de un sistema mecánico de mezcla y que se usará para lograr una correcta homogenización y mezcla de los nutrientes y/o bacterias adicionadas al inicio del tratamiento biológico. En el gráfico Nº 7 se muestra el diseño de la unidad de acondicionamiento donde se llevará a cabo la homogenización y mezcla de los nutrientes y bacterias.

Gráfico 7. Diseño de la unidad de acondicionamiento



- Tres piscinas de aireación extendida, de 600 m³ de capacidad total que serán de igual capacidad cada una; están diseñadas para mantener en residencia 2 días de producción actual considerando un margen de seguridad del 30% en caso de que haya un aumento de caudal. Las dimensiones totales de esta unidad de tratamiento son de 68 metros de largo por 4 metros de ancho y una profundidad de 2,2 metros, que mantendrá el desnivel necesario tal que se garantice el volumen útil especificado. Los aireadores de superficie se encontrarán ubicados en el centro de la primera y la tercera piscina. Serán construidas mediante excavación en la superficie y luego se procederá a la impermeabilización con

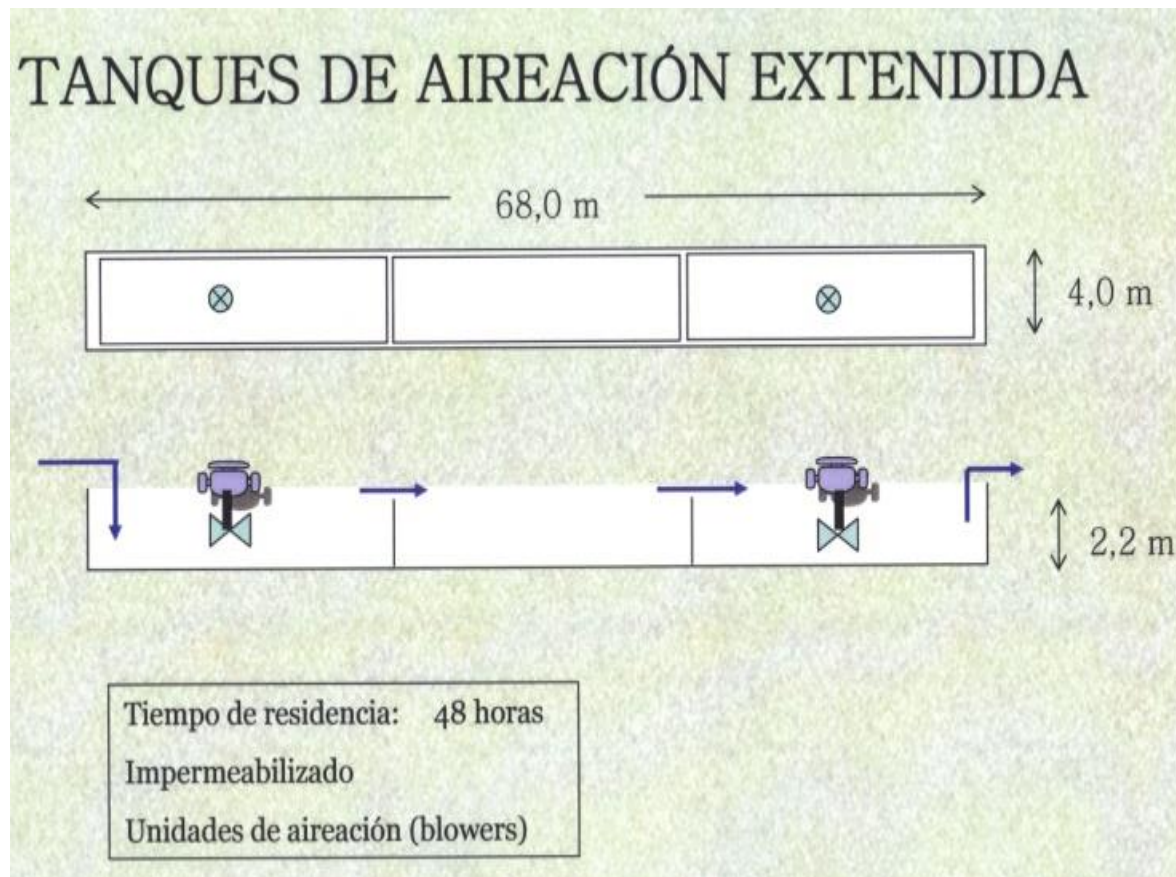
[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

geomembrana de polietileno de alta densidad. En el gráfico Nº 8 se puede apreciar el diseño de los tanques de aireación extendida donde se llevara a cabo el proceso biológico de tratamiento de las aguas residuales.

Gráfico 8. Diseño de los tanques de aireación extendida



— Tanque de cloración, de la misma capacidad y material que el tanque de acondicionamiento, servirá para inactivar la biomasa suspendida y favorecer su posterior tratamiento físico-químico. En el gráfico Nº 9 se puede apreciar el diseño de la unidad de cloración que será ubicado después del sistema de aireación extendida.

Gráfico 9. Diseño de la unidad de cloración

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]



- Un tanque de concreto de 17 m³ de capacidad, donde se realizará un afinamiento final físico-químico de floculación sedimentación, en el mismo se considera la construcción de sistema de deflectores para mejorar la velocidad de sedimentación. Este tanque deberá ser edificado con un tercio de su altura sobre la cota cero de excavación y su descarga

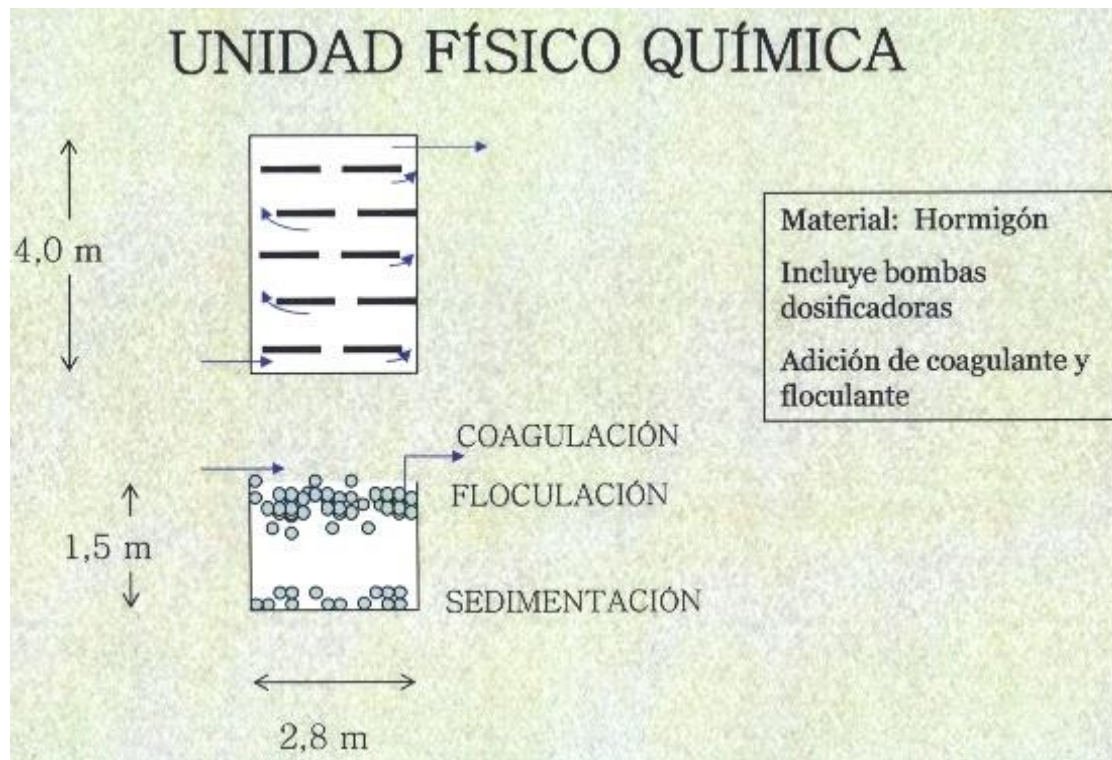
[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

deberá pasar por un sistema de concreto que permita la toma de muestras y la medición del caudal de salida mediante un vertedero. Sus dimensiones serán de 4,0 metros, por 2,8 metros y por 1,5 metros de profundidad. En el gráfico Nº 10 se puede apreciar el diseño de la unidad físico-química donde se realizará el proceso de floculación sedimentación.

Gráfico 10. Diseño unidad físico-química



- Bombas centrífugas. Una, que envía el agua residual a través del filtro de arena.
- Bombas dosificadoras, para hipoclorito de sodio en la línea de entrada al tanque de cloración y dos bombas más para la aplicación, dentro del clarificador, de un coagulante y un floculante; todas ellas con capacidad máxima de 50 GPH.
- Bombas de lodos, en cantidad de dos para el retorno de lodos desde la segunda piscina de aireación hasta la primera, y la otra para la eliminación del exceso de lodos del sistema.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

- Automatización, consistente en un grupo de sensores de control de nivel, que serán colocados en los sitios adecuados para que la altura del agua supere las cotas máximas y mínimas de trabajo.

- Aireadores de superficie, en cantidad de dos que serán colocados en el centro de las piscinas de aireación extendida 1 y 3, cada aireador será del tipo jet de 5 HP y estarán ubicados sobre sus respectivos flotadores.

- Tablero eléctrico de control, para comando semiautomático del sistema biológico y para el clarificador y el filtro prensa. Ambos, conformados por: mueble metálico, arrancadores con protección para bombas., motorreductor, mezcladores, dosificadores y luces piloto.

- Conjunto de materiales y accesorios tales como: válvulas, codos, tees, etc. Para interconectar los diferentes equipos que conforman la planta desde el tanque de homogenización hasta la salida de agua para la descarga.

- Cunetas perimetrales, que impidan el ingreso de esorrentía de aguas. Se ha estimado una longitud total de 200 metros lineales.

8. CONCLUSIONES

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Como primer paso para una solución definitiva e integral de tratamiento de las aguas residuales provenientes de las diferentes labores de la plantación FLORECAL se plantea la separación de las aguas lluvias de las residuales.

Este trabajo se justifica en la reducción de más del 85% del volumen total a tratarse si es que no existiera esta separación. Actualmente todas las aguas residuales, incluyendo las aguas lluvias, son recogidas y transportadas sin discriminación por los canales de drenaje, lo cual significa que al mezclarse debieran ser tratadas en su totalidad, es decir, máximo un promedio de 6000 m³ día por medio durante todo el año.

Según los resultados analíticos de las diferentes descargas de los procesos productivos, se concluye que en la mayoría de casos algunos parámetros sobrepasan los límites permisibles establecidos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, por lo que es indispensable que se dé un tratamiento a las aguas residuales previo a la descarga a un cuerpo de agua.

Los resultados analíticos realizados a las descargas provenientes de los tratamientos de aguas (fosa séptica, fosa desactivadora) muestran la presencia de parámetros que están por encima de los límites permisibles establecidos, por lo que se concluye que dichos tratamientos no cumplen con la función para la cual fueron diseñados y requieren de mantenimiento periódico.

Como alternativa de tratamiento para las aguas residuales se propone la construcción de una planta de tratamiento mixto, que comprende una etapa de tratamiento físico-química y una parte biológica, esta opción fue considerada en base a los contaminantes objetivo que se pretende remover. También se tomó en cuenta la relación DBO/DQO como referencia.

Para la construcción de la planta de tratamientos de aguas residuales y lograr un tratamiento eficiente de las mismas es necesario entubar cada una de las descargas con tubería de cuatro pulgadas y dirigir las al lugar de tratamiento.

Para garantizar que contaminantes peligrosos como hidrocarburos no contaminen por escorrentía o lixiviación el recurso hídrico, se debe construir cubetos de seguridad para

almacenamiento de combustibles de acuerdo a las normas establecidas en el Decreto 1215 del Reglamento para las Operaciones Hidrocarburíferas

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda instaurar un sistema de capacitación al personal, tanto interno como contratistas, en buenas prácticas ambientales que ya han sido consideradas en los planes y actividades de la empresa FLORECAL SA.

Existen otros puntos específicos como son los lugares de acopio de material vegetal para compostaje, que se recomienda sean impermeabilizados, con la finalidad de evitar que los lixiviados producto de la descomposición de materia orgánica contaminen el recurso hídrico.

Es importante considerar el manejo de hidrocarburos, se pudo constatar que dichas sustancias son depositadas en bidones u otro tipo de recipientes los cuales no poseen cubetos de seguridad que permitan contener cualquier tipo de derrame que podría ocasionar afectaciones a los recursos hídricos y al suelo. Por ello se recomienda un manejo más eficiente y técnicamente adecuado de los hidrocarburos o sus derivados.

10. BIBLIOGRAFÍA

BELLO, M Y PINO M. 2000 MEDICION DE PRESIÓN Y CAUDAL. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Comisión Nacional de Riego. Boletín INIA Nº 28 Gobierno de Chile.

CARPENA, R Y BERNAL. 2007 .Ecosistemas Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente. CLAVES DE LA FITORREMEDIACIÓN: FITOTECNOLOGÍAS PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS (www.revistaecosistemas.net)

DEGREMONT, G.1976 MANUAL TÉCNICO DEL AGUA. Urmo S.A. de Ediciones

DICKSON, Tr. 1980 QUÍMICA. ENFOQUE ECOLÓGICO. Limusa. México

MASKEW, G. 1968 ABASTECIMIENTO DE AGUAS Y REMOCION DE AGUAS RESIDUALES Centro Regional de Ayuda, Técnica. México

METCALF Y EDDY. 1991 INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES. TRATAMIENTO, VERTIDO Y REUTILIZACIÓN. MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.

NEBEL, B Y WRIGHT R.1999 CIENCIAS AMBIENTALES Ecología y desarrollo sostenible. PEARSON Prentice Hall

Organización Panamericana de la Salud. 1997 Guía Latinoamericana de tecnologías alternativa en agua y saneamiento. San José–Costa Rica

Programa Ambiental Regional para Centroamérica/ Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente. 2004 El Salvador

RONZANO, E Y DAPENA, J. 2008 TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES. Editorial Díaz de Santos, S.A.

URALITA SISTEMAS TUBERIAS S.A. Manual De Depuración Uralita. Paraninfo 2004
SPELLMAN, Frank. R. y DRINAN J. MANUAL DEL AGUA POTABLE. Editorial Acribia

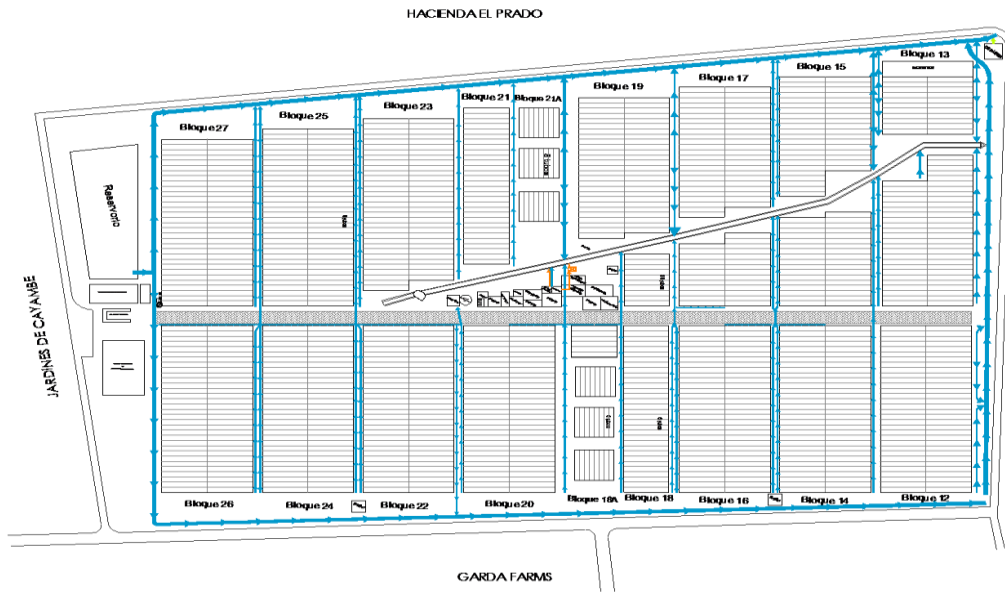
VARGAS DE MAYO, C.1983 METODOS SIMPLIFICADOS DE ANALISIS MICROBIOLOGICOS DE AGUAS RESIDUALES. Centro Panamericano de Ingeniería sanitaria y Ciencias del Ambiente de la OPS. Perú

Enlaces web:

<http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/11cagu/100coacu.htm#Cuadro> de enfermedades por patógenos contaminantes de las aguas.html

RevistaCiencias.com:

- <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEuAZIVIEIURLHVlys.php>
- www.escueladigital.com.uy/ciencnat/agua.htm
- www.educasitios.educ.ar/grupo068/?q=node/45



Anexo 3. Fotografía del reservorio de la finca 1 de la empresa florícola FLORECAL S.A



Anexo 4. Descarga (agua rojiza) del canal de drenaje central de la finca 2

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]



Anexo 5. Tratamiento de aguas residuales por fito-remediación



[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Anexo 6. Descarga de aguas grises proveniente del comedor de la finca 1



Anexo 7. Descarga de aguas negras proveniente de la fosa séptica general de la finca 1 donde se tomo una muestra.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]



Anexo 8. Hojas técnicas del producto Maxferro

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD /SAFETY DATA SHEET Dir. 2001/58/CE

EMPRESA / COMPANY:

TRADE CORPORATION INTERNATIONAL S. A.

TRADEC RP
TRADE CORPORATION INTERNATIONAL

DIVISION: FERTILIZANTES / FERTILIZERS

NOMBRE DEL PRODUCTO / PRODUCT NAME: **MAXFERRO**

- 4.3 Inhalación/
Inhalation: Retirar a la persona afectada a un lugar donde circule el aire fresco.
Hacerle sonar la nariz. Acudir a los servicios médicos.
Move to the fresh air in case of accidental inhalation. Blow nose. See a doctor
- 4.4 Ingestión/
Ingestion: Si la persona afectada está consciente y no presenta convulsiones, enjuagar la boca con agua y beber agua. No provocar el vómito.
Conseguir atención médica.
If conscious without convulsions, rinse out the mouth with water and drink water or milk. Do not induce vomiting. Obtain medical attention

5.- MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS/ FIRE-FIGHTING MEASURES:

- 5.1 Medios de extinción adecuados /
Extinguishing media: Agua pulverizada, espuma, polvo seco, CO₂ /
Water spray, foam, chemical powder, CO₂
- 5.2 Medios de extinción que, no deben utilizarse/
Extinguishing media which must not be used: Chorro de agua directo / Direct water spurt
- 5.3 Riesgos de exposición /
Special exposure hazards: No respirar el humo / Avoid fume exposure
- 5.4 Equipo de protección para el personal contra
incendios/ Special protective equipment for
firefighters: Equipo de respiración autónomo /
Adequate protection equipment with
autonomous respiration system

6.- MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL/ ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

- 6.1 Precauciones individuales /
Personal precautions: Evitar contacto con piel y ojos. Utilizar guantes y gafas de
seguridad. No actuar sin prendas de protección /
Avoid contact with skin and eyes. Use safety gloves and
goggles. Do not act without protective clothes
- 6.2 Precauciones mediambientales/
Environmental precautions: No verter en cursos de agua ni redes de alcantarillado /
Avoid get in contact with any body of water
- 6.3 Métodos de limpieza /
Methods for cleaning up: Recoger el producto enviando el no utilizable a vertederos
adecuados. Los restos de producto pueden ser eliminados
con agua. /
Remove the product and move to adequate waste areas.
Rests can be eliminated with water.

7.- MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO / HANDLING AND STORAGE

- 7.1 Manipulación / Handling
precautions: Manejar de acuerdo con las buenas prácticas de seguridad e
higiene. Evitar el contacto con el producto. Evitar la formación
de polvo. / Hand the product according to safe and hygienic
practices. Avoid contact with the product. Do not permit dust
accumulation in environment during handling.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD /SAFETY DATA SHEET Dir. 2001/58/CE

EMPRESA / COMPANY:

TRADE CORPORATION INTERNATIONAL S. A.

TRADEC RP
TRADE CORPORATION INTERNATIONAL

DIVISION: FERTILIZANTES / FERTILIZERS

NOMBRE DEL PRODUCTO / PRODUCT NAME: **MAXFERRO**

7.2 Almacenamiento / Storage conditions: Evitar temperaturas extremas. Mantener en envase original. Almacenar en lugar seco./ Avoid extreme temperatures. Keep in original packing. Keep product in dry place.

8.- CONTROLES DE EXPOSICION , PROTECCION PERSONAL / EXPOSURE CONTROLS, PERSONAL PROTECTION

8.1 Medidas técnicas de protección/ Engineering measures: Indumentaria de protección adecuada / Use protective cloth

8.2 Control limite de exposicion / Control of exposition limit: No ensayado/ Not available

8.3 Proteccion respiratoria/ Respiratory protection: Utilizar mascarilla respiratoria cuando se aplique en pulverización/ Use breathing mask and keep adequate ventilation when spraying

8.4 Protección de las manos/ Hand protection: Utilizar guantes de protección adecuados / Use rubber gloves

8.5 Protección de los ojos / Eye protection: Utilizar gafas de seguridad / Safety glasses

8.6 Protección de la piel/ Skin protection: Utilizar ropa de protección y botas de goma / Use suitable safety cloth, rubber footwear.

9.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS/ PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Punto fusion/ Melting point	No aplicable/ Not applicable	Aspecto/ Aspect	Microgránulo/ Microgranule
Punto ebullicion/ Boiling point	No aplicable/ Not applicable	Color	Rojo-negro/ Dark red
Propiedades oxidantes/ Oxidizing properties	No disponible/ Not available	Densidad/ Density	0.5 g/cc
Inflamabilidad/ Flammability	No aplicable/ Not applicable	Presion de vapor/ Vapor pressure	No disponible/ Not available
Solubilidad/ Solubility	120 g/l (25° C)	pH	8.0 (1% solution)
Propiedades explosivas/ Explosion properties	No aplicable/ Not applicable	Viscosidad/ Viscosity	No disponible / Not available

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD /SAFETY DATA SHEET Dir. 2001/58/CE

EMPRESA / COMPANY:

TRADE CORPORATION INTERNATIONAL S. A.

TRADEC RP
TRADE CORPORATION INTERNATIONAL

DIVISION: FERTILIZANTES / FERTILIZERS

NOMBRE DEL PRODUCTO / PRODUCT NAME: **MAXFERRO****10.- ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD / STABILITY AND REACTIVITY**

- | | | |
|------|---|--|
| 10.1 | Estabilidad/
Stability: | Estable a temperatura ambiente y bajo condiciones normales de uso / Stable at ambient temperature and normal handling conditions. |
| 10.2 | Condiciones a evitar /
Conditions to avoid: | Temperaturas extremas /
Extreme temperatures |
| 10.3 | Materiales a evitar /
Materials to avoid: | Oxidantes fuertes /
Strong oxidizers |
| 10.4 | Productos de descomposición peligrosos /
Hazardous decomposition products: | En combustión o degradación térmica puede generar óxido de nitrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono. /
Combustion or thermal degradation may produce nitrogen oxide, carbon monoxide and carbon dioxide. |

11.- INFORMACION TOXICOLOGICA / TOXICOLOGICAL INFORMATION

- | | | |
|------|---|----------------------------------|
| 11.1 | Toxicidad oral aguda (LD ₅₀) ensayo en ratas / LD ₅₀ (oral) in rats: | >2000 mg/Kg |
| 11.2 | Irritación en la piel, ensayo en conejo/
Skin irritation, test in rabbits: | No disponible /
Not available |
| 11.3 | Irritación de ojos, ensayo en conejos /
Eyes irritation, test in rabbits | No disponible /
Not available |
| 11.4 | Sensibilización, ensayo en conejos /
Skin sensibility, test in rabbits | No disponible /
Not available |

12.- INFORMACION ECOLOGICA / ECOLOGICAL INFORMATION

Producto para uso agrícola con destino al suelo. / Product for agricultural use destined to the soil.

- | | | |
|------|---|--|
| 12.1 | LD ₅₀ peces / LD ₅₀ fish: | No disponible. / Not available. |
| 12.2 | EC ₅₀ daphnia | No disponible. / Not available. |
| 12.3 | IC ₅₀ bacteria | No disponible. / Not available. |
| 12.4 | Biodegradabilidad /
Biodegradability | No fácilmente biodegradable /
Not readily biodegradable |

13.- CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACION /DISPOSAL CONSIDERATIONS

No verter en cursos de agua ni redes de alcantarillado Eliminar de acuerdo a los reglamentos locales. Los envases usados tienen el mismo tratamiento que el producto, en lo que respecta a la eliminación. /
Never spill in water courses or sewer nets Dispose in according with local regulations. Used packages have the same treatment than the product. regarding to elimination.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD /SAFETY DATA SHEET Dir. 2001/58/CE

EMPRESA / COMPANY:

TRADE CORPORATION INTERNATIONAL S. A.

TRADEC RP
TRADE CORPORATION INTERNATIONAL

DIVISION: FERTILIZANTES / FERTILIZERS

NOMBRE DEL PRODUCTO / PRODUCT NAME: **MAXFERRO****14.- INFORMACION RELATIVA AL TRANSPORTE /TRANSPORT INFORMATION**

- Terrestre (ferrocarril/carretera-ADR) / Road-ADR/rail: No restringido/ no restricted
- Marítimo (IMO/IMDG)/ Sea (IMO/IMDG): No restringido/ no restricted

15.- INFORMACION REGLAMENTARIA/ REGULATORY INFORMATION**CLASIFICACIÓN / CLASSIFICATION:**

Ninguna/ None

ETIQUETADO / LABEL:

Ninguna/ None

Frases de riesgo/ Risk phrases:

Ninguna/ None

Frases de seguridad/ Safety phrases:

Ninguna/ None

Nº de Registro/**Register number:****Abono CE(Quelato de Hierro para uso en suelo /****EC Fertilizer (Chelated Iron for soil application)****16.- OTRAS INFORMACIONES / OTHER INFORMATION**

- 16.1 Usos recomendados / Uso agrícola/
Recommended use: Agricultural use
- 16.2 Documentación consultada/ Bibliography sources:
- Dir. 67/548/CEE
 - Dir. 1999/45/CE
 - Dir. 91/689/CEE
 - Dir. 2001/58/CE
 - RD 55/2003
 - RD 363/1995
 - RD 74/92
- 16.3 Revision nº: 3
- 16.4 Fecha última revisión / Marzo 2005/
Date of last revision: March 2005

La información que se suministra en este documento se ha recopilado en base a las mejores fuentes existentes y de acuerdo con los últimos conocimientos disponibles y con los requerimientos legales vigentes sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. Esto no implica que la información sea exhaustiva en todos los casos. Es responsabilidad del usuario evaluar si la información de esta ficha de datos de seguridad satisface los requerimientos para una aplicación específica distinta a la indicada. El

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]

Anexo 9. Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria en el Ecuador.

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

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

Continua...

¹ Aquellos regulados con descargas de coliformes fecales menores o iguales a 3 000, quedan exentos de tratamiento.

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.

[Escribir texto]

[Escribir texto]

[Escribir texto]