

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA EN LA SOLUCIÓN
SANITARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EL PALMAR MUNICIPIO DE FLANDES TOLIMA.**

**MARLY ESPERANZA CASTILLEJO BELTRAN
MARIA YENID FORIGUA JIMENEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2009

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA EN LA SOLUCIÓN
SANITARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EL PALMAR MUNICIPIO DE FLANDES TOLIMA.**

**MARLY ESPERANZA CASTILLEJO BELTRAN
MARIA YENID FORIGUA JIMENEZ**

**Director
ABBAD JACK JIMMINK
Administrador del Medio Ambiente
Ingeniero Civil**

**TITULO A OBTENER:
ESPECIALISTA EN INGENIERIA AMBIENTAL**

**ENTIDADES INTERESADAS: EMPRESA DE SERVICIOS
PUBLICOS FLANDES TOLIMA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2009

DEDICATORIAS

Este trabajo se lo dedico en principio a Dios quién me ha permitido culminar este proceso de formación personal y profesional. También A mis padres y hermanos, a mi novio que me brindaron su amor y apoyo incondicional. Y a todas aquellas personas que de una u otra forma me colaboraron e influyeron en la formación profesional.

Marly Castillejo Beltrán

Este trabajo esta dedicado a DIOS por ser mi fuerza y el camino por el cual he conseguido todas y cada una de todas las bendiciones que me ha colmado.

A mi madre, quien es el ángel terrenal dado por Dios a mi vida.

María Yenid Forigua Jiménez

AGRADECIMIENTOS

Le doy mis sinceros agradecimientos al Coordinador Académico de la especialización Ing. Richard Díaz, por su colaboración, paciencia y gran experiencia, a nuestro asesor Ing. Abbad y a mi compañera y amiga María, quienes aportaron su conocimiento a mi formación profesional y personal.

A mis amigos y compañeros de la especialización con quienes compartimos e intercambiamos nuestras experiencias y conocimientos.

Marly Castillejo Beltrán

Mis mas sinceros agradecimientos a nuestro Asesor Abbad Jack Jimmink por su gran colaboración, paciencia y dedicación.

Al Coordinador Académico Richard Díaz por su gran colaboración en la obtención de este logro.

A Marly amiga y compañera, por su comprensión, ayuda y aporte en este trabajo.

María Yenid Forigua Jiménez

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. JUSTIFICACIÓN	16
2. SISTEMA DE TRATAMIENTO REALIZADO POR LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES “EL PALMAR”	18
2.1 RESEÑA HISTORICA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES “EL PALMAR”.	18
2.2 DESCRIPCION DEL PROCESO	20
3. EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	26
3.1 CALCULOS DE POBLACIÓN PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EL PALMAR	27
3.2 INFORME VISITA TECNICA	29
4. VALORACIÓN ECONOMICA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EL PALMAR.	30
5. ESTABLECIMIENTO DE LA ALTERNATIVA SANITARIA Y TÉCNICA, DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	35
5.1 CARACTERÍSTICAS TECNICAS PLANTA DE TRATAMIENTO EL PALMAR KROFTA SUPERCELL ACTUAL.	35
5.2 ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS	35
5.2.1 Desarenador. En concreto armado reforzado, su función es únicamente el retoro de partículas discretas, producto del primer bombeo, por lo tanto su tiempo de retención es corto, facilitando	

limpieza y evitando formación de olores con una capacidad de 650m ³ / día máx., e índice de remoción de 0.80.	35
5.2.2 Instalaciones hidrosanitarias. Incluye tubería de cemento de diámetro de 24” a 30”, en una longitud de 1.500ml (de urbanización Pakistán a la Planta de Tratamiento), y 860ml (urbanización el palmar a la planta de tratamiento) con colectores según especificaciones de planos y normativas municipales de servidumbre aprobadas por E.S.P Flandes – Tolima.	36
5.2.3 Plataforma de planta y equipo. Compuesta por placa en concreto armado reforzado en soporte 3mx3m xe=0.20m, con capacidad de carga de 6.500Kg.	36
5.3 MAQUINARIA Y EQUIPO. ESPECIFICACIONES.	36
6. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	41
6.1 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL MUNICIPIO DE FLANDES TOLIMA	41
6.1.1 Diagrama de flujo general	41
6.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA LAGUNAR	41
6.2.1 Factores que afectan el funcionamiento de las lagunas	43
6.2.2 Ejecución de diseño para la nueva PTAR El Palmar	44
6.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE LAGUNA DE ESTABILIZACION	50
7. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	56
7.1 REJILLAS	57
7.2 CANAL DESARENADOR	57
7.3 LAGUNAS DE OXIDACIÓN O ESTABILIZACIÓN	57

7.4 LABORES TÍPICAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	58
7.5 OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EN CONDICIONES DE LIMPIEZA DE LODOS	59
7.6 PRESUPUESTO DETALLADO DE OBRA	61
8. CONCLUSIONES	66
9. RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFIA	69

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICAS	pág. 19
CUADRO 2 CONJUNTO Y URBANIZACIONES ACTUALMENTE CONECTADOS	28
CUADRO 4. CUADRO DE VALORES (PRECIOS AÑO 2009)	38
CUADRO 5 RELACIÓN DE BARRIOS Y SUSCRIPTORES DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO.	45

RESUMEN

TÍTULO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA EN LA SOLUCIÓN SANITARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EL PALMAR MUNICIPIO DE FLANDES, TOLIMA

AUTORES: MARLY ESPERANZA CASTILLEJO BELTRAN
MARIA YENID FORIGUA JIMENEZ

PALABRAS CLAVES: Sistema de tratamiento, agua residual, características físico-químicas, ensayos de tratabilidad.

DESCRIPCIÓN:

El inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales del Ministerio del Medio Ambiente, reporta que Tolima posee solamente 13 PTAR y que aproximadamente 300 municipios de Colombia no realizan desinfección de las aguas que se están consumiendo (agua potable) y 450 no tienen planta de tratamiento.

Inicialmente se estableció en el año 2002, que 655 viviendas de 4 Urbanizaciones presentes realizaban descargas de aguas residuales a la PTAR El Palmar, la cual en su funcionamiento en el año 1999, solo operaba aun 60%, luego de 10 años la PTAR ha aumentado significativamente su promedio de caudal día, llevando a una deficiencia del -143.47%.

La Valoración económica de la Planta de Tratamiento de aguas residuales El Palmar, arroja el valor de \$3.424,65 por m³ tratado, correspondiente al inicio del funcionamiento en el año de 1999 y realizado el análisis técnico y económico, se comprueba que la diferencia en el costo de tratamiento por m³ aumentó en un 27.37%, representado en un valor de \$7.938,32m³.

En la actualidad la puesta en marcha de la PTAR con sus correspondientes adecuaciones, mantenimiento y reposición de equipos equivale a un 27.37%, en el costo del tratamiento por m³ y un incremento en el costo original, revelando que técnicamente la PTAR se puede recuperar, económicamente al ser más económica que otras alternativas pero ambientalmente no solucionaría el problema de aguas residuales del municipio.

Para el municipio de Flandes Tolima, la alternativa más eficiente, para el tratamiento de las aguas residuales es el sistema de lagunas de estabilización, ya que solo requiere una inversión inicial para la construcción y su operación y mantenimiento requiere recursos mínimos para su funcionamiento.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-químicas, Escuela de Ingeniería Química, Director: Abbadjack Jimmink

SUMMARY

TITLE Study of factibilidad technical in the sanitary solution of the plant of treatment of residual waters The Palmar municipality of Flandes, Tolima.

AUTHORS: MARLY ESPERANZA CASTILLEJO BELTRAN
MARIA YENID FORIGUA JIMENEZ

KEY WORDS: Potable Water, treatment system, physical-chemical characteristics, tratability tests.

DESCRIPTION:

The inventory of systems of treatment of residual waters of the Ministry of the Means Ambiente, reporta that Tolima possesses only 13 PTAR and that roughly 300 municipalities of Colombia do not realize disinfection of the waters that are consuming (water potable) and 450 do not have plant of treatment.

Initially established in the year 2002, than 655 houses of 4 present Urbanizations realized discharge of residual waters to the PTAR The Palmar, which in his operation in the year 1999, only operated even 60%, afterwards of 10 years the PTAR has increased significantly his average of discharge day, carrying to a deficiencia of the -143.47%.

The economic Assessment of the Plant of Treatment of residual waters The Palmar, launches the value of \$3.424,65 by m3 treaty, corresponding to the start of the operation in the year of 1999 And realized the technical and economic analysis, check that the difference in the cost of treatment by m3 increased in a 27.37%, represented in a value of \$7.938,32m3.

In the actuality the set up of the PTAR with his corresponding adecuaciones, maintenance and reposición of teams equivale to a 27.37%, in the cost of the treatment by m3 and an increase in the original cost, revealing that technically the PTAR can recover, Economically when being more economic that other alternatives but ambientalmente would not solve the problem of residual waters of the municipality.

For the municipality of Flandes Tolima, the alternative mas eficiente, for the treatment of the residual waters is the system of lagunas of stabilization, since only requires an initial investment for the building and his operation and maintenance requires minimum resources for his operation.

* Research Monograph

** Physical-Chemical Engineering Faculty, School of Chemical Engineering, Abbadjack Jimmink

INTRODUCCIÓN

Las descargas de las aguas residuales municipales se han convertido en uno de los problemas ambientales más críticos y más crecientes, si consideramos que el incremento poblacional de la mayoría de los centros urbanos medianos y grandes es notable debido a la situación socioeconómica y de orden público del país. Esta situación se refleja en el aumento de las descargas de tipo doméstico, deteriorando cada vez más el estado de la calidad del recurso. La situación se hace más crítica cuando la corriente tiene un uso definido aguas abajo, pues se alteran las condiciones de calidad del agua requeridas para el abastecimiento de actividades específicas (doméstica, industrial, agrícola, pecuaria, etc.) y la vida acuática.

Las evaluaciones realizadas por el ministerio de Medio Ambiente en el año 2002, reportan que los centros urbanos en Colombia captan alrededor de los 170 m³/seg. de agua de los cuales se pierden entre 40% y 50 %, regresando al ambiente en forma de aguas residuales entre un 70% a 80% de las aguas consumidas. Se estima que en Colombia se descargan diariamente cerca de 700 toneladas de carga orgánica DBO del sector doméstico urbano a los cuerpos de agua.

El inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales del Ministerio del Medio Ambiente, reporta que sólo 22% de las cabeceras municipales del país hacen tratamiento de las aguas residuales y muchas están funcionando deficientemente, o lo que es más crítico sin ser operadas. Se reporta que los departamentos con mayor cobertura de plantas de tratamiento de aguas residuales, PTAR (operando y/o en diseño) son Cundinamarca (38 PTAR), Antioquia (26 PTAR), Cesar (14 PTAR), Valle del Cauca (14 PTAR) y Tolima (13 PTAR).

La contaminación hídrica no es exclusiva de los centros urbanos, pero una alta proporción (más de 50%) de las cargas contaminantes son generadas por los vertimientos domésticos de los municipios; se destacan como zonas críticas las áreas metropolitanas y centros urbanos mayores tales como Bogotá - Soacha; Cali - Yumbo; Medellín - Valle de Aburra; Bucaramanga-Floridablanca; Pereira - Dosquebradas - La Virginia; Barranquilla - Soledad; Cartagena - Mamonal y Santa Marta, entre otros; afectando ecosistemas hídricos tan importantes

como los ríos Bogotá, Cauca, Medellín, Magdalena, Otún- Consota, la bahía de Cartagena y río Magdalena en Barranquilla, entre otros.

Según el Inventario Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento del Ministerio de Desarrollo, cerca de 1300 cuerpos de agua están siendo contaminados por ser los receptores de los vertimientos municipales.¹

¹ TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, Teorías y Principios de diseño. Romero Rojas Jairo Alberto .Editorial Escuela Colombiana de Ingenieros.

1.JUSTIFICACIÓN

Los vertimientos de aguas residuales a los cuerpos de agua no solo impactan la vida acuática, si no que principalmente afectan la salud humana. La contaminación bacteriológica presente en las aguas negras municipales es la más relevante a nivel sanitario, ya que estas contienen en grandes cantidades microorganismos patógenos generadores de múltiples enfermedades (cólera, amebiasis, disentería, gastroenteritis, fiebre tifoidea, hepatitis A, entre otras). Aunque Colombia es uno de los países que se destaca por su alto nivel sanitario, se continúan reportando elevados índices de enfermedades asociadas al agua; estando éstas siempre entre los cinco primeros lugares de mortalidad y morbilidad en niños (sólo en 1991 se reportaron 12.210 casos y 208 defunciones en 248 municipios por una epidemia de cólera).

La disponibilidad natural de agua potable se reduce cuando existen vertimientos aguas arriba de las captaciones de acueductos, por esta causa en el Colombia son muchos los centros poblados que consumen aguas de mala calidad; agravados con la falta de un adecuado sistema de potabilización. Los inventarios de agua potable y saneamiento reportan que aproximadamente 300 municipios no realizan desinfección de las aguas que se están consumiendo y 450 no tienen planta de tratamiento.

Los impactos económicos por el mal manejo y disposición de las aguas residuales no esta suficientemente valorado, pero es evidente los sobrecostos en los cuales incurre los entes territoriales para remover los principales contaminantes. “Las plantas de tratamiento de agua potable se han convertido sin pretenderlo, en sistemas de tratamiento de aguas residuales que aunque diluidas exigen una mayor cantidad de adición de químicos y un mayor esfuerzo en las actividades de mantenimiento y operación”.

Las inversiones adicionales en la salud no son menores en aquellas poblaciones carentes de sistemas de potabilización adecuados, se evidencia una mayor incidencia de enfermedades gastrointestinales que generan grandes gastos en servicios de salud. Las aguas residuales mal manejadas afectan áreas con un alto potencial turístico y recreativo no permitiendo el desarrollo de proyectos generadores de

recursos en este sector. Hace menos de 20 años un gran número de municipios contaban con cuerpos de agua que permitían actividades recreativas y generaban algunos recursos, actualmente son pocas las zonas que conservan esta vocación, todo esto por los efectos de la contaminación de los vertimientos de aguas negras.

Igualmente, no se ha estimado el impacto económico en los sectores productivos, los cuales invierten insumos importantes en remover los contaminantes que afectan los procesos productivos y el mantenimiento de maquinaria y equipos afectados por la contaminación. La gestión para el manejo integral de las aguas residuales municipales requiere de una estructura institucional sólida que reúna los esfuerzos de varias entidades no solo de la administración Municipal y la Empresa de Prestación del Servicio Domiciliario de Alcantarillado, sino también a los responsables del ambiente y la Salud.

Aunque la competencia constitucional de la prestación del servicio de alcantarillado y de saneamiento es del municipio, la entidad prestadora es finalmente la que asume la responsabilidad directa del servicio, situación que exige que dicha empresa tenga una estructura sólida en infraestructura y personal que permita conocer los alcances del servicio en eficiencia y continuidad y sus implicaciones sobre el medio ambiente y la salud humana.²

² TESIS RELACIONADAS CON DISEÑOS HIDRAULICOS desarrolladas para optar titulo de Ingeniero-Biblioteca UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.

2.SISTEMA DE TRATAMIENTO REALIZADO POR LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES “EL PALMAR”

2.1 RESEÑA HISTORICA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES “EL PALMAR”.

El 3 de abril de 1999, la empresa de servicios públicos de Flandes (ESPUFLAN), tomo posesión y propiedad de los siguientes bienes:

Una planta marca Krofta supercell SPC- 10 con los respectivos elementos para su funcionamiento, de conformidad con las siguientes especificaciones:

- ❖ Un tanque de 3.200mm de diámetro.
- ❖ Altura del tanque 600mm
- ❖ Motores impulsores para el clarificador de 2x0.37 KW
- ❖ Cámara de entrada
- ❖ Tanques interiores y exteriores con las partes
- ❖ Cucharón en espiral
- ❖ Dos (2) mecanismos eliminadores de sólidos suspendidos
- ❖ Dos (2) motores impulsadores.

Esta planta fue adquirida por inversiones OKALA Ltda., quien entregó a ESPUFLAN, está ubicada en lote No 9, esquinero vía al aeropuerto Santiago Vila del municipio de Flandes –Tolima.

Esta planta se construyo inicialmente para el tratamiento de aguas residuales de carácter domestico, recolectadas de las urbanizaciones residenciales El Palmar, Villa de las Palmas y Pakistán, conducidas hasta la Planta de tratamiento mediante obras civiles.

Cuadro 1 Caracterización fisicoquímicas

SUBDIRECCION GESTION AMBIENTAL LABORATORIO AMBIENTAL DEL TOLIMA

INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS

SOLICITANTE: CORTOLIMA

REGISTRO: 148

FECHA TOMA MUESTRA: 05/08/2002

FECHA RECIBO MUESTRA: 05/08/2002

SITIOS DE MUESTREO:

1. Afluente PTARD El Palmar.
2. Efluente PTARD El Palmar.

MUNICIPIO: Flandes - Tolima

PARAMETRO	Unidad	1	2
Tipo de muestra	*****	Simple	Simple
Número de muestra	*****	2367	2368
pH	Unidades	7.52	7.73
Conductividad Eléctrica	μ S/cm	533	522
Turbiedad	UNT	28.6	28.5
Oxígeno Disuelto	mgO ₂ /l	2.07	4.00
Solidos Totales	Mg/l	321	339
Solidos Suspendidos	Mg/l	19	26
Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO ₅	mgO ₂ /l	39.0	56.6
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /l	64.5	66.0

Fecha Elaboración 15-08-2002


MARCELA MARIA LOPEZ RIAÑO

Profesional Universitario.

Coordinadora Laboratorio Ambiental del Tolima

"El Medio Ambiente no lo es todo, sin él, el todo es nada, ; Preservemoslo !"

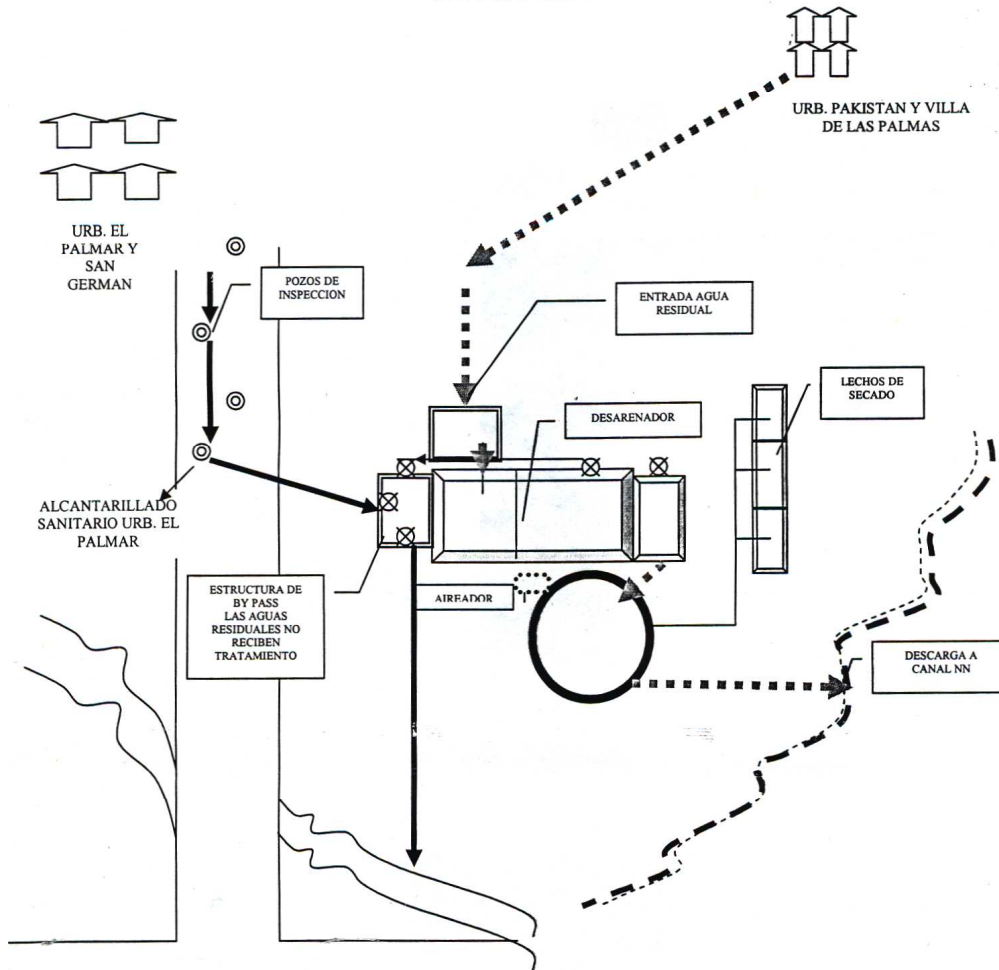
Cra 5ª Avenida del Ferrocarril Calle 44 Conmutador: 2654551 - 52-54-55 A.A. 2026 - Fax: 2654553 - 27001
E- mail: cortolim@bunde.tolinet.com.co
Web: www.cortolima.gov.co

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La planta de tratamiento de aguas residuales recoge aguas de las urbanizaciones: El palmar, Pakistán, San Germán y Bahía.



GRAFICO EXPLICATIVO



"El Medio Ambiente no lo es todo, sin él, el todo es nada, ¡Preservemoslo!"

Cra 5ª Avenida Ferrocarril Calle 44 Conmutador: 2654551 – 52-54-55 A.A. 2026 – Fax: 2654553 -2700120

E-mail: cortolima@bunde.tolinet.com.co

Web: W.W.W.cortolima.gov.co

Ibagué – Tolima

Presenta las siguientes etapas:

Etapas 1: existen 3 tanques de recepción de aguas, distribuidos así:

*Tanque 1: Bahía 345m³

*Tanque 2: Pakistán 750m³

*Tanque 3. San German 345 m³

Dentro de estos tanques se manejaban 2 bombas sumergibles, actualmente no se cuenta con ninguna.

Etapas 2: pasan al sedimentador por bombeo

Etapas 3: por rebose al tanque de homogenización de caudal, el cual es el mismo siempre.

Etapas 4: por medio de bombas sumergibles se succiona y envía el caudal al tanque donde se realiza la mezcla con sulfato de aluminio, se inyecta aire para el sistema de tratamiento aeróbico. Esta información se tomo de la entrevista directa a operarios de la planta.

El sistema de evacuación es por medio de tubería de 4"del agua clarificada y los lodos al final del proceso llegan a los lechos de secado. Existe un tanque dosificador de Sulfato de Aluminio de 5000lt, capacidad del tanque donde se almacena el Aluminio.

Se cuenta con 2 compresores que inyectan el aire cada uno de 100lb y 2 bombas de 9 HP a 220w.

Foto N° 1 y 2.



Foto: Adm. Ambiental. María Forigua



Foto: Adm. Ambiental. María Forigua

Descripción: Recepción de aguas residuales

Fecha: Marzo de 2009

Lugar: Planta de Tratamiento de aguas Residuales EL PALMAR

Foto N° 3 y 4.



Foto: Adm. Ambiental. María Forigua



Foto: Adm. Ambiental. María Forigua

Descripción: Sedimentador y tanque de homogenización

Fecha: Marzo de 2009

Lugar: Planta de Tratamiento de aguas Residuales EL PALMAR

Foto N° 5 y 6.



Foto: Adm. Ambiental. María Forigua



Foto: Adm. Ambiental. María Forigua

Descripción: Tubos de conducción

Fecha: Marzo de 2009

Lugar: Planta de Tratamiento de aguas Residuales EL PALMAR

Foto N° 7 y 8.



Foto: Adm. Ambiental. Marly Castillejo



Foto: Adm. Ambiental. Marly Castillejo

Descripción: Compresores y conductos de lodo

Fecha: Marzo de 2009

Lugar: Planta de Tratamiento de aguas Residuales EL PALMAR

Foto N° 9 y 10.



Foto: Adm. Ambiental. Marly Castillejo

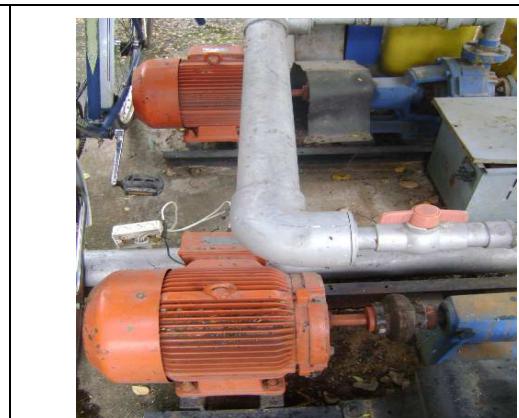


Foto: Adm. Ambiental. Marly Castillejo

Descripción: tanque de mezcla y motores

Fecha: Marzo de 2009

Lugar: Planta de Tratamiento de aguas Residuales EL PALMAR

Foto N° 11 y 12.



Foto: Adm. Ambiental. Marly Castillejo



Foto: Adm. Ambiental Marly Castillejo

Descripción: inyectores de aire y vista frontal tanque aireación

Fecha: Marzo de 2009

Lugar: Planta de Tratamiento de aguas Residuales EL PALMAR

Foto N° 13 y 14



Foto: Adm. Ambiental. Marly Castillejo



Foto: Adm. Ambiental. Marly Castillejo

Descripción: tanque aireación y tablero de controles

Fecha: Marzo de 2009

Lugar: Planta de Tratamiento de aguas Residuales EL PALMAR

Foto N° 15 y 16



Foto: Adm. Ambiental. Marly Castillejo



Foto: Adm. Ambiental. Marly Castillejo

Descripción: Lecho de secados y tanque de mezcla

Fecha: Marzo de 2009

Lugar: Planta de Tratamiento de aguas Residuales EL PALMAR

3.EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

3.1. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA RESIDUAL

El caudal depende de la población existente dentro del perímetro sanitario del centro urbano y la dotación de consumo de agua per cápita (litros por habitante en un día) afectado por un factor de retorno (porcentaje del agua consumida que regresa al alcantarillado, generalmente entre 70% y 80 %).

El caudal de consumo medio diario, Q_{md} es:

$$Q_{md} \text{ (lt/día)} = P \text{ (habitantes)} \times D \text{ (dotación, lt/hab/día)}$$

Dotación agua 200 l/hab.día (Cifra que maneja el acueducto de Flandes, en Girardot ACUAGYR, maneja un dotación de 255 l/hab.día, Ricaurte maneja una dotación de 177 l/hab.día. Se utilizan como parámetros de cálculo para obtener el caudal de agua residual promedio habitante día. Como se muestra en líneas abajo)

Habitantes 4305 (861 predios conectados inicialmente al PTAR * 5 habitantes promedio)

El caudal de agua residual doméstica, Q_{ar} es:

$$Q_{ar} \text{ (lt/día)} = Q_{md} \times (0.7 \text{ a } 0.8)$$

$$Q_{ar} \text{ (lt/día)} = 861000 \text{ (lt/día)} \times (0.8)$$

$$Q_{ar} \text{ (lt/día)} = 688800 \text{ (lt/día)}$$

$$Q_{ar} = 160 \text{ (lt/hab./día)}$$

De acuerdo a los cálculos anteriores se toma un aporte de agua residual de 160 (l/día), valor que para las condiciones y recomendaciones actuales establecidas en el RAS, la OPS, OMS y la EPA, principales entidades reguladoras a nivel internacional, relacionadas con la salud y por ende el uso, disposición y tratamiento del agua, principal índice de la educación, cultura y salud de cualquier población del mundo, es considerado alto y recomiendan 150L/ hab/día, porque no solamente es proveer agua sino educar, concientizar sobre su uso y la disposición correcta de la misma.

El número de habitantes por vivienda que se maneja es de 5 y por control poblacional a todo nivel, situación económica y más aun de quien compra en la propia urbanización, nivel cultural de sus

pobladores y lo que es más disiente de que el 80% de quien compra estas viviendas son dedicadas al veraneo en ciertas épocas del año o puentes festivos.

Realizando vistas de campo a las urbanizaciones y conjuntos que conducen sus aguas residuales a la Planta de tratamiento El Palmar, se pudo comprobar que el promedio de población permanente entre 4-5 días a la semana es del 35% al 40% del total y los fines de semana entre el 80% -85% siendo que la mayoría de las casas pertenecen a la residentes de la ciudad de Bogotá.

3.1 CALCULOS DE POBLACIÓN PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EL PALMAR

La PTAR el Palmar, inicialmente se construyó para tratar las aguas residuales de las siguientes urbanizaciones: San Germán-El palmar, Pakistán etapas I, II, III y Bahía. Cada una de estas urbanizaciones cuenta con los siguientes predios

San German-El Palmar:	340 predios
Pakistán etapas I, II, III:	330 predios
Bahía:	191 predios
Total	861 predios

Teniendo entonces;

861 predios x 5 habitantes= 4.305 habitantes.
4.305 habitantes x 160L= 688.800L/hab.
688.800/1000 (conversión)= 688.8 m³/día

La capacidad de la planta es de 1.250L/min. Equivalente a 21L / seg. Con reciclo, siendo su capacidad neta de 1.000L/min. Correspondiente al 80% de su capacidad, es decir, 16,66 L/seg. Cerrando la cifra a 17L/seg. Este valor de caudal, es perfectamente asumido por la planta en su inicio y tratado en TRH así:

$$\text{TRH} = 1440\text{m}^3 / 61,2\text{m}^3 / \text{hora} = 23.52 \text{ horas}$$

1.440 m³/día ----- 100%

688.8 m³/día ----- X = 47.83%
 aprox. 47.83%

La PTAR el Palmar cuando inicia operación con el municipio de Flandes-Tolima en el año de 1999 y de acuerdo con los cálculos anteriores, la planta solo funcionaba al 47.83% % de su capacidad neta.

En la actualidad, la PTAR El Palmar recibe las aguas residuales de los siguientes conjuntos y urbanizaciones:

Cuadro 2 Conjunto y urbanizaciones actualmente conectados

Nombre de Conjunto	No Predios
Santa Marta	320
San Andrés	210
Quintas San Esteban	122
Quintas San Francisco	120
Santa Mónica I	96
Santa Mónica II	87
Pakistán IV	69
Parques de Pakistán I	79
Parques de Pakistán II	90
Parques de Pakistán III	108
Parques de Pakistán IV	110
Parques de Pakistán V	105
Villa las Palmas	160
San Felipe Barajas	230
Condominio las Mangos	45
Condominio Alta Gracia	115
TOTAL	2.066 predios

2.066 predios x 5 habitantes= 10.330 habitantes.

10.330 habitantes x 160L/día= 1.652.800L/día.

1.652.800 /1000 (conversión)= 1652.8 m³/día

1.440 m³/día – 1652.8 m³/día = -212.8 m³ /día (diferencia entre la capacidad inicial de la planta 861 predios y el valor de la capacidad exigida a la PTAR con los nuevos 2066 predios conectados)

1.440 m³/día ----- 100%

1652.8 m³/día ----- X = -114.77%(deficiencia de la PTAR por el aumento de usuarios, como esta expresado en los párrafos siguientes)

La PTAR el Palmar, en la actualidad y realizando la evaluación del funcionamiento, maneja un caudal de 1652.8 m³/día, lo que representa una diferencia de -212.8m³ / día de sobrecarga, afectando la eficiencia en la operación de la PTAR, además, cuando inicio la planta su funcionamiento en el año 1999, esta solo operaba a un 47.83%, luego de 10 años la PTAR ha aumentado significativamente su promedio de caudal día, llevando a una deficiencia del -114.77 %.

3.2 INFORME VISITA TECNICA

Teniendo en cuenta la visita técnica y los informes de análisis fisicoquímicos realizadas por la Corporación Autónoma de Tolima **CORTOLIMA**, se puede conceptuar que:

❖ La planta de tratamiento de aguas residuales no cuenta con un “BY PASS” por lo que las aguas residuales provenientes de los conjuntos y urbanizaciones mencionadas anteriormente, entran a la planta y salen sin ningún tratamiento para ser descargadas finalmente al río Magdalena.

❖ A estas aguas residuales se les inyectaba oxígeno por efecto de los compresores y luego pasaban a una torre para posteriormente ser descargadas. De acuerdo a los análisis fisicoquímicos anexos al presente informe, se deduce que el tratamiento efectuado en su momento, no era eficiente y no registraba remoción alguna de materia orgánica, por el contrario, se observó un ligero aumento del parámetro DBO lo que sugiere que se estaba generando un aumento de materia orgánica debido probablemente a la inyección de oxígeno y no espesamiento y descarga de los lodos formados.

4. VALORACIÓN ECONOMICA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EL PALMAR.

Los impactos económicos por un mal manejo y disposición de las aguas residuales no han sido suficientemente valorados, pero es evidente los sobrecostos en los cuales deben invertir las entidades territoriales para remover los principales contaminantes.

En el caso de la PTAR el Palmar, la valoración económica, tiene relación con la estimación en términos económicos de la consecuencia del vertimiento de aguas residuales a la corriente del río Magdalena, y del valor generado en el cobro del m³, así mismo el cobro por tasas retributivas, ocasionado por el vertimiento en el recurso hídrico, por las deficientes previsiones del manejo ambiental que han llevado a que el Municipio de Flandes –Tolima tenga que incurrir en costos e inversiones adicionales para evitar el agravamiento de las consecuencias sobre la población.

El Municipio de Flandes, adeuda a la Corporación Autónoma del Tolima CORTOLIMA, por tasas retributivas de 11 años que en año 2008 ascendía a \$1.200.000.000, a partir del año 2009 se tomó la decisión por convenio entre el Municipio de Flandes y Cortolima, en cancelar el valor correspondiente al trimestre del año en curso por un valor de \$7.000.000 (equivalente a \$2.333.000 por mes) más un porcentaje de abono a la deuda Sin embargo el costo de operación y Mantenimiento es de \$33.000.000 anuales*(aproximadamente \$2.750.000 mensuales) y el pago de Tasa retributiva anual es de 28.000.000 mas el pago a la deuda de los años anteriores, es decir \$1.200.000.000, de esta manera el costo de operación y mantenimiento de la PTAR en funcionamiento seria económicamente viable, pero el pago de la deuda hace que se aumenten los valores y por ende el costo de operación y mantenimiento de la PTAR debe subir.)

*ver cuadro No3

Este tipo de costos estimados por el grupo de estudio, se emplea como instrumento para estimar las deficiencias de acciones oportunas cuya omisión pueden llegar a causar daños a la salud de los habitantes que se asientan en los puntos de vertimiento final, ocasionando perdida del valor de algunos bienes materiales (menor valor de la propiedad inmueble) y en general, el detrimento a la calidad de vida de los

habitantes del sector así como el cobro da la máxima tasa retributiva por contaminación de fuentes hídricas.

La metodología que se empleo para realizar la valoración económica de los costos de la PTAR el Palmar es la de Costo Unitario Tratamiento metro cúbico anual. Este procedimiento valora, antes de su vertimiento al cauce del río; así como de los costos operativos y de tratamiento de m³ agua residual una vez en operación la planta.

$$CUTa = CFpta + CVa$$

$$CUTa = VPTr / Vup + (m^3 Tra * VTr)$$

$CUTa = \$156.000.000,00 / 1 \text{ año} + (525.600m^3 / \text{año} * \$3.424,65)$ Valores obtenidos de ESPUFLAN. El costo de la planta fue tomado de documentos y expedientes de ESPUFLAN.

Cuadro 3. Depreciación Planta de Tratamiento

DEPRECIACION EN LINEA RECTA DE UN BIEN INMUEBLE					PROYECCION DE ACUERDO AL IPC		
AÑO	VALOR BIEN INICIAL O DE ADQUISICION	VR DEPRECIACION ANUAL	VR DEPRECIACION ANUAL ACUMULADA	VALOR EN LIBROS DEL BIEN DESPUES DE DEPRECIACION	IPC PROYECTADO	VALOR AJUSTADO AL IPC	VALOR ACUMULADO PROYECTADO IPC
1	156.000.000,00	7.800.000,00	7.800.000,00	148.200.000,00	5,50%	8.229.000,00	8.229.000,00
2	156.000.000,00	7.800.000,00	15.600.000,00	140.400.000,00	4,80%	8.548.800,00	16.777.800,00
3	156.000.000,00	7.800.000,00	23.400.000,00	132.600.000,00	5,30%	9.040.200,00	25.818.000,00
4	156.000.000,00	7.800.000,00	31.200.000,00	124.800.000,00	6,00%	9.672.000,00	35.490.000,00
5	156.000.000,00	7.800.000,00	39.000.000,00	117.000.000,00	5,80%	10.062.000,00	45.552.000,00
6	156.000.000,00	7.800.000,00	46.800.000,00	109.200.000,00	4,50%	9.906.000,00	55.458.000,00
7	156.000.000,00	7.800.000,00	54.600.000,00	101.400.000,00	4,00%	9.984.000,00	65.442.000,00
8	156.000.000,00	7.800.000,00	62.400.000,00	93.600.000,00	4,40%	10.545.600,00	75.987.600,00
9	156.000.000,00	7.800.000,00	70.200.000,00	85.800.000,00	5,20%	11.450.400,00	87.438.000,00
10	156.000.000,00	7.800.000,00	78.000.000,00	78.000.000,00	4,80%	11.544.000,00	98.982.000,00
11	156.000.000,00	7.800.000,00	85.800.000,00	70.200.000,00	4,30%	11.489.400,00	110.471.400,00
12	156.000.000,00	7.800.000,00	93.600.000,00	62.400.000,00	4,70%	12.199.200,00	122.670.600,00
13	156.000.000,00	7.800.000,00	101.400.000,00	54.600.000,00	5,10%	12.971.400,00	135.642.000,00
14	156.000.000,00	7.800.000,00	109.200.000,00	46.800.000,00	5,35%	13.642.200,00	149.284.200,00
15	156.000.000,00	7.800.000,00	117.000.000,00	39.000.000,00	6,45%	15.346.500,00	164.630.700,00
16	156.000.000,00	7.800.000,00	124.800.000,00	31.200.000,00	7,20%	16.785.600,00	181.416.300,00
17	156.000.000,00	7.800.000,00	132.600.000,00	23.400.000,00	6,40%	16.286.400,00	197.702.700,00
18	156.000.000,00	7.800.000,00	140.400.000,00	15.600.000,00	4,90%	14.679.600,00	212.382.300,00
19	156.000.000,00	7.800.000,00	148.200.000,00	7.800.000,00	5,30%	15.654.600,00	228.036.900,00
20	156.000.000,00	7.800.000,00	156.000.000,00	-	5,70%	16.692.000,00	244.728.900,00
TOTALES			1.638.000.000,00			244.728.900,00	2.262.140.400,00

Tomando un valor inicial de \$ 156.000.000 correspondiente al costo de la PTAR y el porcentaje en los 20 años de la vida útil, obtenemos el valor de la depreciación anual. La depreciación acumulada hacía

referencia a la sumatoria de la depreciación de la PTAR en cada año de la vida útil de la PTAR.

Esta depreciación nos daría un valor libros correspondientes a la resta de la depreciación anual y el valor del bien inicial. Para obtener el valor que se recupera por cada año depreciado de vida útil de la planta, se maneja un porcentaje de IPC anual proyectado obteniendo el IPC ajustado así: Depreciación anual acumulada por el porcentaje de IPC proyectado más la depreciación anual. Esta operación nos dará el valor acumulada proyectado de IPC el cual es el valor que se debe recuperar y del cual debe hacerse el cobro, este cobro se vería reflejado en el cobro del servicio de alcantarillado por m³ según manifiesta la oficina técnica encargada del cobro ESPUFLAN.

El valor de 525.600m³/año se obtiene de: 1.440 m³/día (capacidad inicial de la PTAR, 861 predios) * 365 días

El valor de \$3.424,65 fue tomado de ESPUFLAN para el año 1999, como costo de operación y mantenimiento.

CUTa= \$8.229.000,00 + 1.799.996.040

CUTa= \$1.808.225.040,00

CUTm=\$1.808.225.040,00/(12meses*30dias*1.440m³/dia)

CUM³ T= \$3.488,09m³

Nota aclaratoria: el Costo Unitario Tratamiento por m³ era de \$3.488,09 m³/día, corresponde al inicio del funcionamiento de la Planta de tratamiento en el año de 1999.

Igualmente desde el año 2002 y debido al mal funcionamiento de la planta por aumento de caudales y su posterior cierre, el municipio de Flandes-Tolima tiene en la actualidad ante la autoridad ambiental competente una deuda que asciende a \$1.200.000.000 por Tasa Retributiva.

Donde:

CUTa= Costo Unitario Tratamiento metro cúbico anual

CUTd= Costo Unitario Tratamiento metro cúbico día

CFpta= Costo Fijo Planta de Tratamiento anual

CV= Costo Variable (operativos y de mantenimiento) anual

Vup= Vida Útil de la Planta (1 año)

Valor construcción planta de tratamiento: \$156.000.000,00

CUM³ T= Costo Unitario Tratamiento m³

A costos actuales, tenemos:

$$CUTa = CFpta + CVa$$

$$CUTa = VPTr / Vup + (m^3 Tra * VTr)$$

$$CUTa = \$11.489.400 / 1 \text{ año} + (525.600m^3 / \text{año} * \$7.808,21)$$

Al respecto se explica en los párrafos anteriores...

$$CUTa = \$11.489.400 + 4.103.995.170$$

$$CUTm = \$4.115.484.176,00 / (12 \text{ meses} * 30 \text{ días} * 1.440m^3 / \text{día})$$

$$CUM^3 T = \$7.938,32m^3$$

Nota aclaratoria: el Costo Unitario Tratamiento por m³ es de \$7.938,32m³ en año 2009 Correspondiente al valor actual si la planta de tratamiento de aguas residuales se colocara en funcionamiento y se quisiera recuperar la inversión en 20 años? (¿no se habla de recuperar inversión sino de costo de tratamiento por m³ ;)Según sus cálculos están considerando la

5. ESTABLECIMIENTO DE LA ALTERNATIVA SANITARIA Y TÉCNICA, DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

5.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PLANTA DE TRATAMIENTO EL PALMAR KROFTA SUPERCELL ACTUAL.

➤ Capacidad

1.0L/min. - flujo de efluente (incluye reciclo)

➤ Carga de masa

2.4 Ton/día max

➤ Peso neto

6.200Kg en operación

➤ Consumo de aire

3m³ / hora

➤ Cilindro de disolución de aire

ADT 1X750

5.2 ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS

Tres (3) pozos de succión o lechos de secado , cada uno con un volumen de 59.66m³ , en concreto armado, reforzado y alimentados directamente por la red de alcantarillado de las urbanizaciones con instalación de 2 bombas sumergibles cada una de 9HP, de mayor confiabilidad con un factor de servicios para ambas del 20%. La implementación de 2 bombas responde a diseños del constructor desde su inicio, no existe explicación de la razón por la cual solo existen 2 bombas para 3 tanques, según revisión de toda la documentación existente en laz entidades involucradas en el proceso EPUFLAN y CORTOLIMA, se asume que uno (1) de los tres (3) tanques debe surtir a otro tanque.

5.2.1 Desarenador. En concreto armado reforzado, su función es únicamente el retoro de partículas discretas, producto del primer

bombeo, por lo tanto su tiempo de retención es corto, facilitando limpieza y evitando formación de olores con una capacidad de 650m³ / día máx., e índice de remoción de 0.80.

5.2.2 Instalaciones hidrosanitarias. Incluye tubería de cemento de diámetro de 24” a 30”, en una longitud de 1.500ml (de urbanización Pakistán a la Planta de Tratamiento), y 860ml (urbanización el palmar ala planta de tratamiento) con colectores según especificaciones de planos y normativas municipales de servidumbre aprobadas por E.S.P Flandes –Tolima.

5.2.3 Plataforma de planta y equipo. Compuesta por placa en concreto armado reforzado en soporte 3mx3m xe=0.20m, con capacidad de carga de 6.500Kg.

5.3 MAQUINARIA Y EQUIPO. ESPECIFICACIONES.

❖Planta: marca KROFTA supercell SPC-10 con sus respectivos elementos de funcionamiento y especificaciones, formada básicamente por:

❖Tanque cilíndrico en acero inoxidable AISI 304 para las partes en contacto con el agua y acero carbónico, barnizado en pintura EPOXY para las partes en no contacto con el agua, con un diámetro de 3.200mm y una altura de 600mm máximo.

❖Tanques Interiores, Exteriores compuesto por partes interiores y centrales como son. Carro móvil, la cámara de entrada, el cucharón espiral, dos (2) mecanismos eliminadores de sólidos, suspendidos y sedimentados, dos (2) motores impulsores integrados de velocidad variable, con regulación manual parte esencial cuantificable en el precio final, control de nivel por manivela, un contacto eléctrico rotativo y una válvula de purga para el sumidero de los sedimentos, un sistema de control y manejo del aire a disolver para la flotación, un tubo de dilución de aire tipo ADT para la presurización de parcial del flujo de entrada para su guarnición con todas sus partes

Motores eléctricos. Marca SIEMENS motor 1 LA 3-130-2 YB79 DE 9HP

Dos bombas hidráulicas. Modelo 3x18 serie 960 1048 y 9691617

Dos dosificadores. Marca PURITEC serie 100 serial 9808202220 y 9808202222 modelo X303-X303 –Xa BABAD29

Dos compresores de aire. De 2.47/18HP /KW referencia 1LA3-096-4YB60

Un transformador eléctrico. Ref. 94117

Dos motores:

Marca SWE – EUTO DRUPE

Un (1) TUBO DE AIRE DISOLVENTE

Tipo 750 ref 296023

Un tablero eléctrico. Tipo 10 contactores

Cuatro manómetros

Cuatro bombas sumergibles

Tipo 1 HP

Un armario. Que incluye tubería P.V.C con cableado y acometidas eléctricas correspondientes

Vetustez Equipo

Tres años –compra y trámites

Dos años instalación en funcionamiento

De acuerdo a la visita detallada que se realizaron a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, Tipo FAD, Marca KROFTA SPC 10, localizada en la Urbanización El Palmar en el Municipio de Flandes, la cual se encuentra actualmente fuera de servicio y a la que es necesario hacerle un mantenimiento total de sus unidades constitutivas para que cumpla los objetivos propuestos.

En cada uno de los ítems que a continuación se enumeran es necesario hacer correcciones y/o sustituciones a todos. Además es necesario realizar un mantenimiento, porque las condiciones que actualmente presenta desde el punto de vista de operación son deplorables, es necesario que una vez terminado la planta este en capacidad de volver a trabajar adecuadamente produciendo los resultados deseados y además debe agregarse la necesidad de dar las indicaciones pertinentes para que no se vuelvan a producir las circunstancias actuales, pues es un equipo valioso no solamente desde el punto de vista de costo sí no desde el punto de vista ambiental y mejoramiento de la calidad de vida y protección del Río Tutelar de Colombia.

Como se ha expuesto todas sus unidades deben chequearse y de acuerdo a ello hacer mantenimiento o repararse, con elementos que garanticen su funcionalidad y al menos equivalentes a los que tuvo, tal como sucede con las ruedas de giro cuyos rodamientos en teflón están totalmente acabados y deben ser completamente sustituidos.

Cuadro 4. Cuadro de valores (Precios año 2009)

Maquinaria Y Equipo	Cantidad	Valor Total
Motobombas Hidráulicas	02	\$ 1.720.400
Motores eléctricos	02	\$ 1.518.000
Dosificadores	02	\$ 632.500
Compresores	02	\$ 1.518.000
Transformador	01	\$ 253.000
Motores	02	\$ 2.250.000
Tubos aire disolvente	01	\$ 3.795.000
Tablero eléctrico	01	\$ 3.162.500
Manómetros	04	\$ 253.000
Motobombas sumergibles	04	\$ 3.542.000
Construcción e insta. Civiles	03	\$ 164.450.000
Subtotal		\$ 183.094.400
Costos De Operación	Cantidad	Valor Total
*Tres (3) operadores calificados (anual)	03	\$ 19.800.000
Consumo de energía (anual)	G1	\$ 7.200.000
Químicos (anual)	G1	\$ 3.000.000
Costos de mantenimiento		
Mantenimiento anual preventivo	01	\$ 3.000.000
Control de calidad		
Toma de muestra trimestre	04	\$ 2.400.000
Estabilización de lodos (abono orgánico)		
Cal (bulto)	48	\$ 720.000
Subtotal		\$ 36.120.000
Total		\$ 219.214.400

*Según contratación precios municipio de Flandes-Tolima

*La PTAR no cuenta con equipo de laboratorio desde su inicio, además el municipio, contrata estos servicios.

Deben incluirse los costos de análisis (ver cuadro) y equipo básico para las pruebas rutinarias que posibiliten la operación de la planta **E.2.4 PARÁMETROS MÍNIMOS DE CALIDAD DEL AGUA QUE DEBEN MEDIRSE**

Para la caracterización de aguas residuales debe procederse, para cada descarga importante, a realizar por lo menos cinco jornadas de medición y muestreo horario de 24 horas de duración, con determinaciones de caudal y temperatura en el campo. Las campañas deben efectuarse en días diferentes. En las muestras preservadas e integradas debe procederse a la determinación de, por lo menos, los parámetros que se especifican en la tabla E.2.5 del (RAS) para cada nivel de confiabilidad. En la tabla E.2.5 se especifican los parámetros mínimos que deben medirse para cada nivel de confiabilidad como control interno de los procesos. ¿Costos de acarreo y disposición final de lodos (ver cuadro)? Además el municipio contrata la toma de muestra que la CORPORACION AUTONOMA REGIONAL CORTOLIMA le exige por trimestre para el cobro de la Tasa Retributiva.

Realizados los análisis correspondientes, a la puesta en marcha de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del PALMAR, comparando su funcionamiento inicial y valorando económicamente los costos iniciales, así como su capacidad para la cual fue diseñada y la capacidad para la cual fue utilizada. El grupo de investigación en concordancia con el objetivo del proyecto, establece las siguientes observaciones así:

❖ Con los valores de la PTAR, en cuanto a m^3 y costo de la planta de tratamiento y realizado el análisis, se comprueba que la diferencia en el costo de tratamiento por m^3 aumento en un 72%, representado en un valor de \$7.938,32 m^3 . este incremento elevado es consecuencia del descuido en parte del municipio de Flandes en cuanto la realización de un mantenimiento adecuado y en prohibir la conexión de nuevas urbanizaciones a esta PTAR, a su vez, refleja un 40% de incremento en el costo nuevo de funcionamiento de la PTAR.

❖ En la actualidad la puesta en marcha de la PTAR con sus correspondientes adecuaciones, mantenimiento y reposición de equipos equivale a un 27.37% en el costo del tratamiento por m^3 y un 40% de incremento en el costo original. Estas cifras revelan que técnicamente la PTAR se puede recuperar, económicamente puede ser más económica

que otras alternativas pero ambientalmente no solucionaría el problema de aguas residuales del municipio más aun cuando se proyecta el crecimiento urbano del mismo.

❖Es por esto que el grupo de investigación, concluye que reanudar la operación de la PTAR no satisface la necesidad de acuerdo a las proyecciones de crecimiento urbano del municipio de Flandes Tolima, para cumplir con una verdadera y técnica solución se propone la siguiente alternativa que cumple desde lo económico, técnico, ambiental y social.

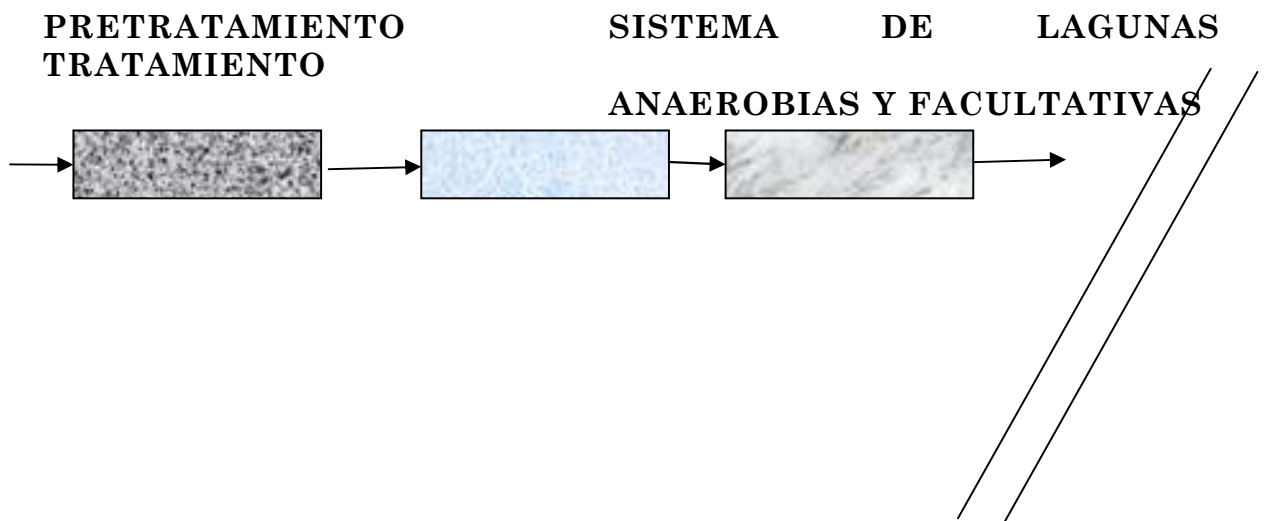
Análisis con respecto a la tasa retributiva que deben cancelar? .(El municipio de Flandes, adeuda a la Corporación Autónoma del Tolima CORTOLIMA, una deuda por tasas retributivas de 11 años que en año 2008 ascendía a \$1.200.000.000, a partir del año 2009 se tomo la decisión por convenio entre el municipio de Flandes y Cortolima, en cancelar el valor correspondiente al trimestre del año en curso por un valor de \$7.000.000 más un porcentaje de abono a la deuda Sin embargo el costo de operación y Mantenimiento es de \$33.000.000 anuales* y el pago de Tasa retributiva anual es de 28.000.000 mas el pago a la deuda de los años anteriores, es decir \$1.200.000.000, de esta manera el costo de operación y mantenimiento de la PTAR en funcionamiento seria económicamente viable, pero el pago de la deuda hace que se aumenten los valores y por ende el costo de operación y mantenimiento de la PTAR debe subir.)

6. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Para la selección del sistema de tratamiento se han tenido en cuenta las variables como: menor costo de construcción, facilidad de operación y mantenimiento, eficiencia de remoción de contaminantes y cumplimiento de las normas ambientales; de acuerdo con lo anterior se estima conveniente la implementación del sistema que se describe a continuación:

6.1 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL MUNICIPIO DE FLANDES TOLIMA

6.1.1 Diagrama de flujo general



6.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA LAGUNAR

En los países en desarrollo, el objetivo prioritario de tratamiento de las aguas residuales, debe ser la remoción de parásitos, bacterias y virus patógenos pues son males endémicos en nuestros países, además de la remoción de materia orgánica y nutriente. La opción tecnológica mediante la cual se alcanza plenamente este objetivo de «no patógenos», corresponde a las lagunas de estabilización.

Laguna anaerobia: Generalmente se diseñan para profundidades mayores a dos metros, por lo cual funciona mediante la fermentación

ácida por metano. No hay oxígeno disuelto en la masa líquida de suerte que los organismos activos existentes en la laguna utilizan el oxígeno disponible en la materia orgánica de las aguas negras para su respiración. Las reacciones anaerobias son más lentas y los productos de los tratamientos pueden originar malos olores. Las condiciones anaerobias se establecen cuando el consumo de oxígeno disuelto es mayor que la incorporación del mismo a la masa de agua por la fotosíntesis de las algas y el oxígeno disuelto y que la laguna se torne de color gris oscuro. El desdoblamiento de la materia orgánica sucede en una forma más lenta y se generan malos olores por la producción de sulfuro de hidrógeno (H₂S). En la etapa final del proceso anaerobio se presentan las cinéticas conocidas como acetogénica y metanogénica

Laguna facultativa: debido a su mediana profundidad las capas cercanas a la superficie poseen oxígeno disuelto mientras que las capas inferiores son anaerobias, su funcionamiento por lo tanto se basa en la combinación de los procesos anaerobios aerobios. En este tipo de lagunas se encuentran organismos aerobios facultativos y anaerobios además de algas. Las algas tienen un rol sumamente importante en el proceso biológico de las lagunas de estabilización, pues son los organismos responsables de la producción de oxígeno molecular, elemento vital para las bacterias que participan en la oxidación bioquímica de la materia orgánica.

La presencia de las algas en niveles adecuados, asegura el funcionamiento de la fase aerobia de las lagunas, cuando se pierde el equilibrio ecológico se corre con el riesgo de producir el predominio de la fase anaerobia, que trae como consecuencia una reducción de la eficiencia del sistema. En las lagunas primarias facultativas predominan las algas flageladas, (Euglena, Pyrobotrys, Chlamydomonas), en lagunas secundarias se incrementa el número de géneros y la densidad de algas, predominan las verdes (Chlorella, Scenedesmus).

El Zooplancton de las lagunas de estabilización está conformado por cuatro grupos mayores; ciliados, rotíferos, copépodos, y cladóceros, ocasionalmente se presentan amebas de vida libre, ostrácodos, ácaros, turbelarios, larvas y pupas de dípteros. La mayoría de individuos de estos grupos solo están en las lagunas de estabilización durante algún estadio evolutivo, raramente tienen importancia cualitativa. Cuando el número de rotíferos se incrementa a niveles superiores a los normales se observa un efecto negativo en la calidad del agua, ocasionando un

aumento de los niveles de amonio, ortofosfato soluble, nitratos, y nitritos Así mismo la presencia de un gran numero de estos organismos, que consumen algas, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua a niveles de riesgo. Los géneros predominantes de Cladóceros son Moína y Daphnia y en los Ciliados son Pleuronema y Vorticella.

La zona superficial de las lagunas facultativas se mantiene en condiciones aerobias por acción de las algas mientras que hacia el fondo de la laguna prevalecen condiciones anaerobias. La purificación en estas lagunas es influenciada por los procesos de flujo continuo:

- ❖Sedimentación de los sólidos, ayudado por la floculación biológica.
- ❖Reducción de la DBO por oxidación de la materia orgánica suspendida y en solución.
- ❖Digestión anaerobia de los depósitos bentales y la oxidación y escape de los productos de dicha digestión.
- ❖Reducción de la concentración de organismos patógenos a las condiciones ambientales inhóspitas y a los relativamente largos tiempos de retención requeridos para estabilización.

Se puede afirmar que las lagunas facultativas diseñadas presentan una serie de ventajas en lo que se refiere a eficiencia y facilidades de operación y mantenimiento.

6.2.1 Factores que afectan el funcionamiento de las lagunas

Viento: Las lagunas facultativas se deben diseñar con el flujo del viento predominante, de tal modo que la fricción sobre la superficie favorezca la mezcla aire agua. Se deben evitar los obstáculos en las proximidades de las lagunas que pueden entorpecer el movimiento del aire hacia a ellas. Dirección hacia fuera de la población. Se presentan varios terrenos todos ubicados fuera de la población para evitar impactos en la misma.

Temperatura: Los procesos físicos, químicos y biológicos que se realizan en una laguna de estabilización se favorece con temperatura de climas cálidos como en el presente caso.

Fotosíntesis: La materia orgánica del agua residual es oxidada por las bacterias heterotróficas, utilizando el oxígeno por las algas las cuales utilizando energía solar, con el CO₂ y el amoníaco producido por las bacterias, sintetizan materia orgánica y producen oxígeno. La radiación solar provee luz de longitud de onda corta para la fotosíntesis algal. Durante el día las algas pueden producir oxígeno en exceso del requerido para la respiración y crear condiciones de sobre saturación y pérdida de oxígeno disuelto a la atmósfera.

Lluvia: Las fuertes lluvias disminuyen los tiempos de detención, desequilibrando los procesos físicos, químicos y biológicos presentándose además dilución afectando la disponibilidad de su sustrato para la biomasa, pueden incrementarse fuertemente los sólidos suspendidos y las superficies de las lagunas pueden enfriarse rápidamente produciéndose inversión térmica con flotación de sólidos.

Evaporación: La evaporación, combinada con la percolación puede disminuir la cantidad de agua produciéndose una concentración de sólidos y nutrientes y aumenta los tiempos de detención.

PH: Las lagunas aeróbicas y facultativas operan mejor bajo condiciones alcalinas. En caso de desagües ácidos es preferible corregir el PH a 7 o 8 a fin de evitar producción de olores.

Cortos circuitos: Se denomina así al efecto que se produce en un flujo de agua debido a la forma de la laguna. Puede causar el apareamiento de zonas muertas, disminución de área disponible, sobre cargas en determinadas áreas y generación de olores.

6.2.2 Ejecución de diseño para la nueva PTAR El Palmar

Evaluación de la población objetivo del proyecto

Cuadro 5 Relación de barrios y suscriptores del servicio de Alcantarillado.

Barrios	No. De Suscriptores por barrio
Canales I, II y III Etapa	20
Quintas De Flandes	100
Lleras – Esperanza	404
Iqueima – Angares	215
Aprovitef	100
Almendros	68
Obreos	136
Obrero	340
San German El Palmar	85
Villa De Las Palmas	160
Puerto Bahía II Etapa	113
Quintas De San Esteban	122
San Andrés	210
Santa Martha	320
Pakistán I Etapa	110
Pakistán II Etapa	156
Pakistán III Etapa	83
Parques De Pakistán IV Etapa	79
Parques De Pakistán IV Etapa	105
Parques De Pakistán III Etapa	108
Parques De Pakistán II Etapa	90
Parques De Pakistán I Etapa	110
Santa Mónica I Etapa	98
Santa Mónica I Etapa	87
Agua Marina	84
San Felipe De Barajas	245
San Francisco	120
Alta Gracia	75
Los Mangos	150
Agua Marina	245
Total Suscriptores	4338

La población a beneficiar con el proyecto corresponde a 4338 viviendas.

Caudal de consumo promedio diario

No. Habitantes = 3.487 viviendas X 5 habitantes / vivienda = 17.435 habitantes

Calculo de población

Utilizando el método geométrico tenemos:

$$Pf = Pa (1+r)^n$$

Pf= Número de habitantes al final del periodo de diseño correspondiente.

Pa= Numero de habitantes actuales 17.435 habitantes

r= rata de crecimiento geométrico 3% anual

n= Periodo de diseño correspondiente 20 años

$$Pf = 17.435 (1+0.030)^{20}$$

$$Pf = 31.489,5 = 31.490 \text{ Hab}$$

$$\underline{\underline{Pf = 31.490 \text{ Hab}}}$$

Cálculo de caudales. Se presenta por comparación contra el cálculo práctico, el diseño de caudales según RAS. 2.000

$$Q_{\min} = 0,80 * 31.490 * 200 / 86.400 = 58.31 \text{ l / seg} * 0.5$$

$$= 29,2 + Q_{\text{infiltrado}} + Q_{\text{cerrad}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{comer}} + Q_{\text{inst}}$$

$$29,2 + 0.4 + 2.0 + 0.4 + 0.5 + 0.5 = 33 \text{ l/seg.}$$

Calculo Q (según RAS — 2000)

$$Q_{\text{medio}} = \text{domestico } 58.31 + 0.4 + 0.5 + 0.5 = 59.7 \text{ l/seg}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 59.7 \text{ l/seg.} + Q_{\text{infiltra}} + Q_{\text{conexiones erradas}}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 59.7 \text{ l/ seg.}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 62.2 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{\text{Max.}} = Q_{\text{diseño}} * F \quad Q_{\text{Max}} = 62.2 * 1.4 \quad Q_{\text{Max}} = 87.1 \text{ l/seg}$$

$$Q_{\text{Min}} = 0.80 * 31.490 * 200 / 86400 * 0.5 + 0.4 + 0.4 = 30 \text{ l/seg}$$

$$Q_{\text{med.}} = 0.80 * 31.490 * 200 / 86.400 + 0,8 = 59.5 \text{ l/seg}$$

$$Q_{\text{med.}} = 60 \text{ l/seg}$$

Preliminares. Los tratamientos preliminares aunque no reflejan un proceso en si, sirven para aumentar la efectividad de los tratamientos primarios y secundarios. Las aguas residuales (AR) que fluyen desde los alcantarillados a las plantas de tratamiento de AR son muy variables en su flujo y contienen gran cantidad de objetos en muchos casos voluminosos y abrasivos que por ningún motivo deben llegar a las unidades donde se realizan los tratamientos y deben ser retirados. Es

esta la razón por la cual el inicio de toda planta de tratamiento de aguas residuales son los tratamientos preliminares.

Diseño del canal de aproximación: Tiene como fin conducir el caudal de aguas residuales a la planta de tratamiento.

(Yc):

$Q_{Max.} = S * V$ donde $V = Q_{Max.}/S$

$y = 0087 / 0060$

$V = 115 \text{ m/seg.}$

$Y_{como} V = L/t$; donde $L = V * t$ y con $t = 3,0$ segundos.

$L = 1,15 \text{ m/s} * 3 \text{ s}$

$L = 3.45 \text{ m}$

El canal de aproximación tendrá un ancho de 0.40 m y una longitud mínima de 3.45 m antes del desarenador.

La altura crítica de la lámina de agua en este canal será:

$Y_c = (Q \text{ Máx}^2 / g)^{1/3}$ donde $Y_c = (0.087 \text{ Máx}^2 / 9.81)^{1/3}$

$Y_c = 0.09 \text{ m}$

Diseño de la estructura de cribado:

Rejas: Son uno de los métodos mas elementales para remover el material contaminante grueso de las AR, su principal objetivo es el de retener las basuras, material sólido grueso y en general todos los desperdicios presentes en las AR que presentan peligro para la operación correcta del sistema de tratamiento.

Una rejilla consta básicamente de un sistema de barras paralelas, inclinadas o verticales, igualmente espaciadas y colocadas en sección transversal del canal que conduce las aguas residuales a la planta de tratamiento. Corresponde a la primera unidad encontrada en un sistema de tratamiento de aguas residuales, consiste en la separación de sólidos gruesos presentes en las AR haciendo pasar el liquido bruto a través de rejas de barras, con el objetivo de retener sólidos gruesos y prevenir así en lo posible daños y obstrucciones en el sistema lagunar y conducciones aguas abajo.

Criterios de diseño:

Característica	Limpieza Manual
Tamaño de la barra	3/4 — 1 1/2"
Espacio entre barras cms	1.0 — 5.0
Pendiente con la vertical	30° - 90°
Velocidad de aproximación	0.3 — 0.6 m / seg
Perdida de carga admisible	15 Cms

Reja

Q Máximo = 87 lps

Q Medio = 60 Ips

Q Mínimo = 30 Ips

Inclinación de la Reja = 45°

Barras de e= 1"

Espacio entre barras = B = 0.03 m

Altura de la lamina de agua teniendo en cuenta la perdida será h= 0.15 m

Área útil

$A_u = Q_d / V$ Donde

Q_d = caudal de diseño

V = Velocidad de Aproximación

A_u =Area

$$A_u = \frac{0.087 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.8 \text{ m/seg}} = 0.1 \text{ m}^2$$

Calculo de la eficiencia:

$$E = \frac{b}{b + W}$$

$$E = \frac{0.09}{0.09 + 0.0254} = 77\%$$

Calculo del área total

$$At = Au/E$$

$$At = 0.1 / 10.77 = 0.12 \text{ m}^2$$

Calculo del ancho del canal b:

$$B = At/h$$

$$B = 0.12 / 0.15 = 0.8 \text{ m}$$

Diseño conjugado de la estructura de aforo de caudal canaleta parshall y el desarenador. Se puede asociar un desarenador de sección rectangular a un medidor parshall, adoptando un medidor de garganta relativamente estrecha, a ser instalado como un rebose.

$$Q \text{ Máximo} = 87 \text{ lps}$$

$$Q \text{ Medio} = 60 \text{ lps}$$

$$Q \text{ mínimo} = 30 \text{ lps}$$

$$Q = KH^n$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal en m}^3 / \text{seg}$$

$$K = 0.334 \text{ para gargantas de 6"}$$

$$N = 1.495 \text{ para gargantas de 6"}$$

$$H = \text{altura de tirante de agua}$$

Se calculan las alturas correspondientes a los caudales:

$$Q_{\text{mm}} = 0.030 \text{ m}^3 / \text{seg. } Q_{\text{med.}} = 0.060 \text{ m}^3 / \text{seg. } Q_{\text{max.}} = 0.087 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$H_{\text{mm}} = 0.152 \text{ m} \quad H_{\text{med.}} = 0.24 \text{ m} \quad H_{\text{max.}} = 0.32 \text{ m}$$

Se determina un rebosamiento Z a ser dado en el medidor Parshall:

$$Q_{\text{mín.}} = \frac{H_{\text{mín.}} - Z}{K}$$

$$Q_{\text{max.}} = \frac{H_{\text{max.}} - Z}{K}$$

$$Z = 0.071 \text{ m}$$

Se determina la anchura b del desarenador:

La altura máxima de la lámina de agua en el desarenador será:

$$H = 0.32 - 0.07 = 0.25 \text{ m}$$

El área útil de la sección transversal del canal será:

$$A_t = H \cdot b = 0.25b$$

$$A_t = Q / V_h = b = Q / H V_h = 0.81 \text{ m}$$

Se calculan los elementos hidráulicos para los diferentes valores de Q para evidenciar una variación efectiva de la velocidad:

Q	H	(H-Z)	A _t	V _h
30 Ips	0.152	0.081	0.066	0.30
60 Ips	0.240	0.17	0.14	0.29
87 Ips	0.320	0.27	0.22	0.28

6.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE LAGUNA DE ESTABILIZACION

Numero de habitantes	31490
Caudal de aguas residuales	60 l/seg = 5184 m ³ / día
Concentración DBO afluente	250 mg/l
Temperatura media anual AR	26°
Profundidad laguna anaerobia	h ₁ = 4.0 m
Carga Volumétrica	150 gr. DBO / m ³ día
Eficiencia Esperada	65 %

Laguna Anaerobia:

$$\text{Tiempo De Detención} = t = S_o / C$$

$$t = 250 \text{ mg} / 150 \text{ gr DBO} / \text{m}^3 \text{ DIA}$$

$$t = 1.66 \text{ días}$$

$$\text{Área del nivel medio} = Q \cdot t \cdot h_1$$

$$A_1 = 5184 \cdot 1.66 / 4.0$$

$$A_1 = 2.151 \text{ m}^2$$

Dimensiones de la piscina y el dique. Se dimensiona con una relación geométrica para el rectángulo:

$I'/B' = 3/2$ de donde $I' = \sqrt{3A/2}$; $L'=57$ y $B'=38$
 $(A=2.166m^2 > 2.151 m^2)$
 Borde Libre: $F = (\log 2.166)h/2_{-1} F = 0.82 F = 0.8$

Dimensiones del dique
 $L = L' + n(h + 2F)$; $L = 57 + 1.5(4 + 1.6)$
 $L = 65.4 = 65$
 $B = B' + n(h + 2F)$; $B = 38 + 1.5(4 + 1.6)$
 $B = 46.4 = 46$
 $L = 65 m$
 $A = 46m$
 Lamina de agua = 4.0 m
 Borde libre de 0.80 m

Concentración de DBO5 en el efluente
 $= Se = So (1 - E)$
 $Se = 250(1 - 0.65)$
 $Se = 88 mg / It. DBO$

Lagunas facultativas:
 Coeficiente de vel de remocion 0.3 Dias^{-1}
 Profundidad laguna facultativa $H_2 = 1.8 m$
 Carga volumetrica $350 \text{ Kg DBO} / \text{Ha dia}$
 Eficiencia esperada 65%
 $\text{Área del nivel medio} = (10 So * Q.) / \text{Carga} (315 \text{ Kg DBO} / \text{Ha dia})$
 $A_2 = (10 * 88 mg / It * 5.184 m / \text{día}) / 315$
 $A_2 = 14.482m^2 = A_2 = 14.500m^2$

Se adoptan 3 lagunas

Laguna facultativa 1
 $4.250m^2$

Dimensiones de la piscina y el dique. Se dimensiona con una relación geométrica para el rectángulo:

$I'/B' = 3/2$ de donde $I' = \sqrt{3A/2}$; $L'=80$ y $B'= 53$
 $(A=4250m^2 > 4.320m^2)$
 Borde Libre: $F = (\log 4.250)h/2_{-1} F = 0.9 F = 0.9$

Dimensiones del dique

$$L = L' \div n(h + 2F); L = 80 + 1.6(1.8 + 1.8)$$

$$L = 85.76 = 86$$

$$B = B' + n(h + 2F); R = 53 + 5.76$$

$$B = 58.76 = 59$$

$$L = 86 \text{ m}$$

$$A = 59 \text{ m}$$

$$\text{Lamina de agua} = 18 \text{ m}$$

$$\text{Borde libre DE} = 0.90 \text{ m}$$

$$\text{Volumen medio de agua} = 7650 \text{ m}^3$$

Laguna facultativa 2

$$4.250 \text{ m}^2$$

Dimensiones de la piscina y el dique. Se dimensiona con una relación geométrica para el rectángulo:

$$L / B' = 3/2 \text{ donde } L' = \sqrt{3A/2}; L' = 80 \text{ y } B' = 53$$

$$(A = 2.166 \text{ m}^2 > 4.32 \text{ Dm}^2)$$

$$\text{Borde Libre: } F = (\log 4.250)^{1/2} \cdot 1 \quad F = 0.9 \text{ F } 0.9$$

Dimensiones del dique

$$L = L' \div n(h \div 2F); L = 80 + 1.6(1.8 - 1.8)$$

$$L = 85.76 = 86$$

$$B = B' + n(h + 2F); B = 53 + 5.76$$

$$B = 58.76 = 59$$

$$L = 86 \text{ m}$$

$$A = 59 \text{ m}$$

$$\text{Lamina de agua} = 1.8 \text{ m}$$

$$\text{Borde libre de} = 0.90 \text{ m}$$

$$\text{Volumen medio de agua} = 7650 \text{ m}^3$$

Laguna.

$$6.000 \text{ m}^2$$

Dimensiones de la piscina y el dique. Se dimensiona con una relación geométrica para el rectángulo:

$I'/B'=3/2$ de donde $I' = \sqrt{3^3/2L'}=95$ y $B' = 64$
($A = 6000 \text{ m}^2$ '6080 m^2)

Borde Libre: $F = (\text{Log } 6080)^{1/2} - 1$ $F = 0.9$

Dimensiones del dique

$L = L' + 2F$; $L = 95 + 2(1.5 + 1.8)$

$L = 101,6 = 102$

$B = B' + n(h \div 29)$; $B = 64 + 6.6$

$B = 70.6 = 71$

$L = 102 \text{ m}$

$A = 71 \text{ m}$

Lamina de agua = 1.5 m

Borde libre de 0.90 m

Volumen medio de agua = 9000 m^3

Tiempo de detención

$t_1 = V / Q$

$t_1 = 4250 * 1.8 / 2592 \text{ m}^3/\text{día}$

$t_1 = 2.951 \text{ días}$

Tiempo de detección

$= t_2 = V / Q$

$t_2 = 4250 * 1.8 / 2592 \text{ m}^3 / \text{día}$

$t_2 = 2.951 \text{ días}$

Tiempo de detención

$= t_3 = V / Q$

$T_3 = 6000 * 1.5 / 5194 \text{ m}^3 / \text{día}$

$T_3 = 1.7 \text{ días}$

Tiempo de retención total de las 3 lagunas facultativas

$t_1 + t_2 + t_3 = 7.6 \text{ DIAS} < 5 \text{ DIAS OK}$

Eficiencia en tren de las lagunas

$E = 100 K_1 t / 1 + K_1 t$

$$E = 100 * 0.3 * 7.6 / (1 + 0.3 * 7.6)$$
$$E = 69.5\%$$

Concentración de DBO_5 en el efluente

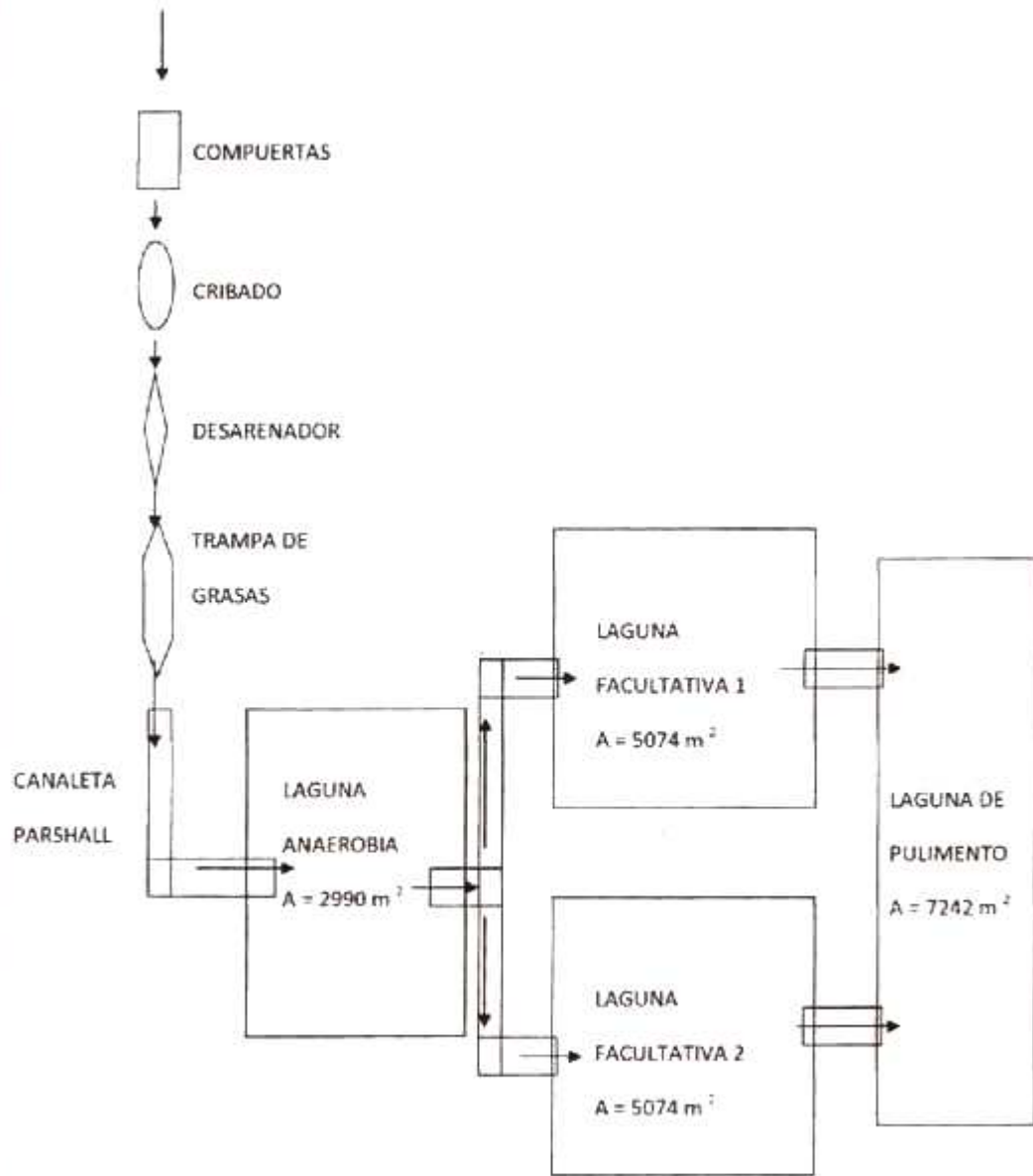
$$= S_e = S_o (1 - E)$$
$$S_e = 88(1 - 0.695)$$
$$S_e = 27 \text{ mg / It. } \text{DBO}_5$$

Eficiencia total del sistema

$$E = (S_o - S_e) / S_o = (250 - 27) / 250$$
$$E = 89.2\%$$

$E = 89.2\% > 80\%$ cumple con norma de vertimiento decreto 1594/84

DIAGRAMA DE FLUJO ALTERNATIVA



AREA TOTAL DE LAS PISCINAS

20380 m² = 2.03 ha

7.MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las lagunas de estabilización tienen requerimientos operacionales mínimos que deben revisarse y cumplirse periódicamente con el fin de evitar el mal funcionamiento del sistema tales como: obstrucciones en los canales de conducción, sobre carga hidráulica, excesiva acumulación cte lodos, presencia de materiales flotantes malos olores, deterioro del borde de las lagunas o de algunas de sus zonas.

La operación y mantenimiento de las lagunas de oxidación tiene como objetivos básicos los siguientes:

- ❖ Mantener limpias las estructuras de entrada, interconexión y salida.
- ❖ Mantener en las lagunas facultativas secundarias un color verde intenso el cual implica PH y OD alto.
- ❖ Mantener libre de vegetación la superficie del agua y adecuadamente podados los taludes para prevenir problemas de insectos y erosión.
- ❖ Mantener un efluente con concentraciones mínimas de DBO y SS.
- ❖ Mantener en la laguna Anaeróbica un PH aproximadamente igual a 7 y un manto denso de nata sobrenadante que minimice la presencia de olores.

En el establecimiento de los criterios de control de los procesos de la instalación se debe tener en cuenta cada uno de los componentes de la planta de tratamiento de las aguas residuales, ya que cada uno de estos procesos tienen un objetivo específico de cambio o mejoramiento de la calidad de uno o varios parámetros de calidad de las AR que están siendo tratadas.

A continuación se describen los procedimientos de operación y mantenimiento de cada componente de la planta.

7.1 REJILLAS

La limpieza de las rejillas se hace manualmente, utilizando rastrillos de mango largo, siendo necesario hacer una limpieza periódica para evitar un aumento en las pérdidas de carga. El material retirado debe ser dispuesto adecuadamente con el fin de evitar la proliferación de vectores y la producción de olores molestos; se recomienda el encerramiento o la incineración.

7.2 CANAL DESARENADOR

La limpieza se realiza manualmente retirando la capa sobrenadante y las arenas del fondo. Se debe proveer de un espacio para el almacenamiento de las arenas depositadas. El material retenido en los desarenadores debe recolectarse en botes cubiertos junto a las rejas y retirarse con frecuencia para ser enterrado. La cantidad de las arenas depende del tipo de alcantarillado, para el caso corresponde alcantarillado combinado, por lo que se presume un volumen medio de arenas.

7.3 LAGUNAS DE OXIDACIÓN O ESTABILIZACIÓN

Antes de poner en servicio una laguna de estabilización se debe realizar una inspección cuidadosa a fin de evitar las siguientes condiciones:

Ausencia de plantas y vegetación en el fondo y en los taludes interiores de la laguna

Funcionamiento y estado apropiado de las unidades de entrada, rejillas, unidades de aforo, unidades de paso y salida.

En el procedimiento para poner en funcionamiento las lagunas de oxidación se debe tener en cuenta los siguientes requerimientos generales:

En lo posible las lagunas deben arrancar en verano, pues a mayor temperatura se obtiene mayor eficiencia de remoción y menor tiempo de aclimatación.

El llenado de las lagunas debe hacerse lo mas rápidamente posible para prevenir el crecimiento de vegetación emergente y la erosión de los taludes si el nivel del agua permanece por debajo del margen o tramo protegido.

Para evitar la generación de malos olores y crecimiento de vegetación, las lagunas deben llenarse por lo menos, hasta un nivel de operación de 06 m.

Para la laguna anaerobia es recomendable llenarla con agua cruda y dejarla en reposo, para permitir el desarrollo de la población bacteriana fermentadora de ácidos y formadora de metano. El periodo de aclimatación puede durar unos 20 días durante los cuales la carga se incrementa gradualmente para mantener condiciones anaerobias $OD = 0$, pero con control permanente del PH de tal manera que se determinen valores por encima de 7.0, si es necesario se le agrega cal.

Para las lagunas facultativas se procede inicialmente a llenar con 0.6 m de agua dulce de río. A continuación se introduce el agua residual a una tasa baja inicialmente de 1/10 del caudal de diseño manteniendo el PH por encima de 7.0 y verificando la concentración de oxígeno disuelto para sostener una concentración diurna de 2 mg / It. Una vez se logre el desarrollo de la población bacterial y algas. Posiblemente de 7 a 30 días se alcanzara la aplicación total del caudal.

En caso de no existir agua dulce para el llenado de las lagunas facultativas, las lagunas se cargan con agua residual y se dejan en reposo durante 20 días, para el desarrollo de la población algas y bacterial; agregando diariamente solo el agua requerida para suplir perdidas por evaporación y/o percolación. Una vez desarrollada la población algas y bacterial, las aguas se cargan con incrementos graduales progresivos del caudal hasta obtener el caudal de operación normal.

7.4 LABORES TÍPICAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Mantener limpia la rejilla en todo momento remover el material retenido, desaguarlo y enterrarlo diariamente, es recomendable medir el volumen diario de material dispuesto.

Mantener controlada la vegetación de los diques impidiendo su crecimiento más allá del nivel del triturado o grava de protección contra la erosión.

Remover toda vegetación emergente en el talud interior de las lagunas.

Cortar el pasto de los taludes exteriores y áreas circunvecinas en seco, para mantenerlo en una altura máxima de 15 cms.

Verificar el estado adecuado del triturado o grava de protección de los diques.

Remover la nata sobrenadante de las lagunas facultativas y disponerlo apropiadamente.

Mantener limpias las unidades de entrada, interconexión y salida; lubricar si es el caso válvulas o compuertas.

Inspeccionar y prevenir cualquier daño en diques cerca de unidades de entrada, interconexión y salida.

7.5 OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EN CONDICIONES DE LIMPIEZA DE LODOS

Para medir la acumulación de lodos se sumerge una vara pintada de blanco en la extremidad inferior y se mide la mancha de lodos. Es recomendable efectuar cuadrículas en la superficie. Cuando se note una acumulación por encima de un metro se planificara una limpieza en el siguiente periodo de verano.

Durante los primeros años de funcionamiento se puede sobrecargar a una de las baterías con todo el caudal mientras se limpia la otra.

Una vez expuesto el lodo a la intemperie se debe secar en un periodo mas o menos de cuatro semanas. Al comienzo se notaran agrietamientos los cuales se agrandan conforme se seca el lodo. Se debe tener en cuenta que el mecanismo de secado de los lodos es la evaporación y no la infiltración por lo cual no es conveniente dejar que los lodos se acumulan mas de lo determinado.

Los lodos secos son más manejables con un contenido de humedad del 60% y puede removerse con un cargador frontal y volquetas. El periodo estimado para la remoción de los lodos es de tres semanas y el aspecto crítico es en primer lugar la disponibilidad de transporte y luego la dificultad de circulación de los diques. Después de haberse removido los sólidos se llenara la laguna vacía para recuperar la capacidad de tratamiento.

7.6 PRESUPUESTO DETALLADO DE OBRA

68

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
I	PRELIMINARES				
1,1	Desmante y limpieza	ha	4	\$1.000.000	\$ 4.000.000
1,3	Acarreo y disposición de sobrantes	Global	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
1,4	Campamento	Gl	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
	SUBTOTAL				\$ 10.000.000
II	LAGUNA ANAEROBIA				\$ 0
1,1	Excavación Mecánica y Retiro Dist. 10 Km.	M3	10920	\$ 10.225	\$ 111.657.000
1,3	Perfilada de taludes	M2	1287	\$ 5.500	\$ 7.078.500
1,4	Rellenos de compactados con arena clasificada	M3	216	\$ 53.300	\$ 11.512.800
1,5	Suministro e instalación de geotextil	M2	3899	\$ 5.250	\$ 20.469.750
1,6	Suministro e instalacion de geomembrana	M2	3899	\$ 16.200	\$ 63.163.800
1,7	Excavación material común	M3	222	\$ 14.700	\$ 3.263.400
	(Anclaje para geotextil)				\$ 0
1,8	Tee PVC 12" x 12" (Incluye transporte)	U	6	\$ 650.000	\$ 3.900.000
1,9	Tubería de afluentes y efluentes de la piscina				\$ 0
2,0	Suministro de tubería de 12"	ml	30	\$ 82.200	\$ 2.466.000
2,1	Instalación de tubería de 12"	ml	30	\$ 13.000	\$ 390.000
2,2	Empradizacion de taludes	M2	444	\$ 8.500	\$ 3.774.000
	SUBTOTAL				\$ 227.675.250
III	LAGUNA FACULTATIVA				
1,1	Excavación Mecánica y Retiro Dist. 10 Km.	M3	8971	\$ 10.225	\$ 91.728.475

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1,2	Perfilada de taludes	M2	1073	\$ 5.500	\$ 5.901.500
1,3	Rellenos de compactados con arena clasificada	M3	424	\$ 53.300	\$ 22.599.200
1,4	Suministro e instalación de geotextil	M2	5843	\$ 5.250	\$ 30.675.750
1,5	Suministro e instalación de geomembrana	M2	5843	\$ 16.200	\$ 94.656.600
1,6	Excavación material común (Anclaje para geotextil)	M3	294	\$ 14.700	\$ 4.321.800 \$ 0
1,7	Tee PVC 12" x 12" (Incluye transporte)	U	6	\$ 650.000	\$ 3.900.000
	Tubería de afluentes y efluentes de la piscina				\$ 0
1,8	Suministro de tubería de 12"	ml	30	\$ 82.200	\$ 2.466.000
1,9	Instalación de tubería de 12"	ml	30	\$ 13.000	\$ 390.000
2,0	Empradizacion de taludes	M2	588	\$ 8.500	\$ 4.998.000
	SUBTOTAL				\$ 261.637.325
IV	LAGUNA FACULTATIVA 2				
1,1	Excavación Mecánica y Retiro Dist. 10 Km.	M3	8971	\$ 10.225	\$ 91.728.475
1,2	Perfilada de taludes	M2	1073	\$ 5.500	\$ 5.901.500
1,3	Rellenos de compactados con arena clasificada	M3	424	\$ 53.300	\$ 22.599.200
1,4	Suministro e instalación de geotextil	M2	5843	\$ 5.250	\$ 30.675.750
1,5	Suministro e instalación de geomembrana	M2	5843	\$ 16.200	\$ 94.656.600
1,6	Excavación material común (Anclaje para geotextil)	M3	294	\$ 14.700	\$ 4.321.800 \$ 0
1,7	Tee PVC 12" x 12" (Incluye transporte)	U	6	\$ 650.000	\$ 3.900.000
	Tubería de afluentes y efluentes de la				\$ 0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
	piscina				
1,8	Suministro de tubería de 12"	ml	30	\$ 82.200	\$ 2.466.000
1,9	Instalación de tubería de 12"	ml	30	\$ 13.000	\$ 390.000
2,0	Empradizacion de taludes	M2	588	\$ 8.500	\$ 4.998.000
	SUBTOTAL				\$ 261.637.325
V	LAGUNA DE MADURACION				
1,1	Excavación Mecánica y Retiro Dist. 10 Km.	M3	10328	\$ 10.225	\$ 105.603.800
1,3	Perfilada de taludes	M2	1177	\$ 5.500	\$ 6.473.500
1,4	Rellenos de compactados con arena clasificada	M3	608	\$ 53.300	\$ 32.406.400
1,5	Suministro e instalación de geotextil	M2	8067	\$ 5.250	\$ 42.351.750
1,6	Suministro e instalación de geomembrana	M2	8067	\$ 16.200	\$ 130.685.400
1,7	Excavación material común (Anclaje para geotextil)	M3	341	\$ 14.700	\$ 5.012.700
1,8	Tee PVC 12" x 12" (Incluye transporte)	U	6	\$ 650.000	\$ 3.900.000
	Tubería de afluentes y efluentes de la piscina				\$ 0
2,1	Suministro de tubería de 12"	ml	30	\$ 82.200	\$ 2.466.000
2,1	Instalación de tubería de 12"	ml	30	\$ 13.000	\$ 390.000
2,2	Empradizacion de taludes	M2	1177	\$ 8.500	\$ 10.004.500
	SUBTOTAL				\$ 339.294.050
VI	CANALES				
1,1	Localización y replanteo	M2	492	\$ 2.500	\$ 1.230.000
1,2	Excavación para canales	M3	320	\$ 14.000	\$ 4.480.000
1,3	Concreto para canales	M2	738	\$ 200.000	\$ 147.600.000

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1,4	Acero de refuerzo	Kg	2214	\$ 3.000	\$ 6.642.000
	SUBTOTAL				\$ 159.952.000
	OBRAS PRETRATAMIENTO				
1,1	Caja recolectora de caudal	Global	1	\$ 800.000	\$ 800.000
1,2	Suministro e instalación de compuerta vástago y rueda de manejo	Unidad	2	\$ 900.000	\$ 1.800.000
1,3	Reja y rejilla para pre tratamiento en y varilla de 1/2"	Unidad	4	\$ 400.000	\$ 1.600.000
1,4	Desarenador	Global	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
1,15	Trampa de grasa	Global	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
1,6	Canaleta Parshall e = 12 cm. Concreto 2500 psi	Global	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
	SUBTOTAL				\$ 11.700.000
	BY PASS PTAR				
1,1	Localización y replanteo	M2	310	\$ 2.500	\$ 775.000
1,2	Excavación a profundidad 0 y 3 m y la zanja 1,3 m	M3	1209	\$ 14.700	\$ 17.772.300
1,3	Pozo de inspección altura 0-5 m	Unidad	3	\$ 750.000	\$ 2.250.000
1,4	Instalación de tubería de 12"	ml	310	\$ 13.000	\$ 4.030.000
1,5	Suministro de tubería de 12"	ml	310	\$ 82.200	\$ 25.482.000
1,6	Rellenos de compactados con materia seleccionado	M3	310	\$ 50.000	\$ 15.500.000
	de la excavación				
1,7	Válvulas compuertas 12"	Unidad	4	\$ 1.500.000	\$ 6.000.000
	SUBTOTAL				\$ 71.809.300
	ENTREGA DE AFLUENTE				
1,1	Estructura descole efluente	Global	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
	TOTAL OBRAS				\$1.346.305.250

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
	ADMINISTRACIÓN		10		\$ 134.630.525
	IMPREVISTOS		10		\$ 134.630.525
	UTILIDAD		5		\$ 67.315.263
	TOTAL PROYECTO				\$1.682.881.563

8.CONCLUSIONES

Actualmente ESPUFLAN se encuentra realizando todos los estudios para la ubicación más factible de las lagunas, los terrenos no poseen un costo puesto que son del Municipio, y se realiza por medio de expropiación, este proyecto busca sugerir una posible alternativa de solución a la problemática por la no eficiencia en el tratamiento de aguas residuales, es el Municipio quien viabiliza a través del Esquema de Ordenamiento Territorial la ubicación de esta lagunas y teniendo en cuenta que el personal que realiza esta labor es altamente calificado, han tomado los aspectos técnicos e ingenieriles para su desarrollo .Las lagunas descargan directamente a la fuente receptora y el control de calidad será realizado por parte de CORTOLIMA), debido a siempre lo han manejado con ellos, no contratan con laboratorios ni otras empresas que realicen estos exámenes.

en marcha de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del PALMAR, comparando su funcionamiento inicial y valorando económicamente los costos iniciales, así como su capacidad para la cual fue diseñada y la capacidad para la cual fue utilizada. El grupo de investigación en concordancia con el objetivo del proyecto, establece los siguientes aspectos así:

❖Durante el proceso de recopilación de información, las entidades interesadas en el desarrollo del proyecto, facilitaron la adquisición de material aunque cabe anotar que el principal inconveniente fue la recopilación de información actual sobre procesos y análisis de aguas residuales de la planta.

❖Las entrevistas realizadas a operarios fue fundamental en la evaluación del funcionamiento de la planta, puesto que principalmente estas personas manejaban la información de manera directa y no escrita.

❖Para el año de la puesta en marcha de la PTAR el Palmar, el caudal de diseño era de 1000 l/min. para una población de 4.035 habitantes, con una efectividad de remoción del 80%. Así tenemos que estas características hacían la impropia el correcto funcionamiento de la PTAR.

❖ Con el porcentaje de remoción antes descrito y con la ampliación en un 40% de carga representado en 10.330 habitantes nuevos, sumado esto a la falta de mantenimiento y adecuaciones necesarias para el nuevo manejo del caudal, el sistema de la planta de tratamiento declino paulatinamente hasta su total colapso.

❖ Con los valores de la PTAR en cuanto a m^3 y costo de la planta de tratamiento y realizado el análisis, se comprueba que la diferencia en el costo de tratamiento por m^3 aumento en un 127%, representado en un valor de \$7.938,32 m^3 este incremento elevado es consecuencia del descuido en parte del municipio de Flandes en cuanto la realización de un mantenimiento adecuado y en prohibir la conexión de nuevas urbanizaciones a esta PTAR, a su vez, refleja un 40% de incremento en el costo nuevo de funcionamiento de la PTAR.

❖ En la actualidad la puesta en marcha de la PTAR con sus correspondientes adecuaciones, mantenimiento y reposición de equipos equivale a un 127% en el costo del tratamiento por m^3 y un 40% de incremento en el costo original. Estas cifras revelan que técnicamente la PTAR se puede recuperar, económicamente puede ser más económica que otras alternativas pero ambientalmente no solucionaría el problema de aguas residuales del municipio más aun cuando se proyecta el crecimiento urbano del mismo.

❖ Para el municipio de Flandes Tolima, la alternativa mas eficiente, para el tratamiento de las aguas residuales es el sistema de lagunas de estabilización. Ya que esta tecnología solo requiere una inversión inicial para la construcción, durante su operación y mantenimiento requiere recursos mínimos para su funcionamiento, debido a que no se necesita suministro de energía eléctrica y de personal especializado para su operación. esta explicado en títulos anteriores)

9.RECOMENDACIONES

❖Se recomienda al Municipio de Flandes Tolima, evaluar alternativas que solucionen el problema de aguas residuales del sector y del Municipio teniendo en cuenta, no solo las evaluaciones técnicas sino las de carácter ambiental y sus respectivos costos ambientales.

❖Se solicita al Municipio que formule el Plan maestro de Acueducto y Alcantarillado el cual facilitara las proyecciones para el manejo adecuado de las obras de saneamiento básico del ente territorial.

❖A futuras construcciones de centros urbanísticos se les recomienda establecer sistemas de tratamiento de agua residual, con el fin de evitar inconvenientes presentados con la PTAR del palmar. Se debe exigir el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente relacionada con el recurso hídrico así como los aspectos básicos que permitan una alta eficiencia del tratamiento mejorando las condiciones de calidad de vida de los habitantes de la zona de ronda del río y de aguas abajo.

BIBLIOGRAFIA

CALIDAD DEL AGUA. Segunda edición, Romero Rojas Jairo Alberto. Editorial Escuela Colombiana de Ingenieros.

DISEÑO HIDRAULICO. Krochin Sviatoslav. Quito – Ecuador. 1996

DISEÑO NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EL PALMAR. Alcaldia de Flandes, Tolima, 2008.

Documentos Aguas Residuales Municipio de Flandes Tolima, 2003

Documentos Avaluo Comercial PTAR El Palmar.

Guía Ambiental Gestión para el Manejo, Tratamiento y Disposición final de las Aguas Residuales municipales 2002.

HIDRAULICA DE TUBERIAS. Mc Graw Hill. Primera edición. Colombia 1988

MANUAL DE HIDRAULICA. Sexta edición J.M de Acevedo Netto y Guillermo Acosta Álvarez.1975.

OBRAS HIDRAULICAS. Torres Herrera, Francisco 1980. Editorial Limusa.

Plan de desarrollo del Municipio de Flandes “Trabajemos Unidos por Flandes” 2008 - 2011

REGLAMENTO TECNICO DE AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL R.A.S

TESIS RELACIONADAS CON DISEÑOS HIDRAULICOS desarrolladas para optar titulo de Ingeniero-Biblioteca UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, Teorías y Principios de diseño. Romero Rojas Jairo Alberto .Editorial Escuela Colombiana de Ingenieros.