



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

TESIS DE GRADO

**“APROVECHAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA
LA ESPERANZA DEL CANTÓN QUEVEDO PARA RIEGO
AGRICOLA. 2014”**

TESIS DE GRADO

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

AUTORA:

SILVIA KATHERINE VALERO AGUILAR

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Jorge Alfonso Neira Mosquera

QUEVEDO – ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO

Yo, **Silvia Katherine Valero Aguilar**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Silvia Katherine Valero Aguilar

CERTIFICACIÓN

El suscrito, **Ing. Jorge Neira Mosquera**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la Egresada **Silvia Katherine Valero Aguilar**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental titulada “**APROVECHAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA LA ESPERANZA DEL CANTÓN QUEVEDO PARA RIEGO AGRICOLA. 2014**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Jorge Neira Mosquera

DIRECTOR DE TESIS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental.

Aprobado:

Dra. Alba Rosa Pupo Kairuz
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Mora
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Blgo. Juan Pablo Urdánigo
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

AÑO 2015

AGRADECIMIENTOS

Al terminar mi trabajo de investigación quiero dejar en constancia mi sentimiento de gratitud a las siguientes instituciones y personas que me apoyaron siempre:

- A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a su Facultad de Ciencias Ambientales; por las oportunidades y facilidades brindadas en el transcurso de mi carrera universitaria.
- Al Ing. Elías Cuasquer Fuel, Decano de la Facultad de Ciencias Ambientales.
- Al Ing. Meteorólogo Jorge Neira Mosquera, Director de Tesis de Grado de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental, por su valioso aporte, apoyo y orientación brindada para la culminación de esta investigación.
- A la Ing. Química. M.Sc. Carolina Tay Hing Cajas, Coordinadora de la Carrera de Gestión Ambiental.
- A los Técnicos de la Planta de Tratamiento “La Esperanza” por la apertura brindada para que esta investigación se ejecute con éxito, a todos ellos mil gracias.

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de investigación principalmente a Dios por haberme dado la vida y la fortaleza para no desmayar en momentos difíciles.

Con profundo amor a mi padre Humberto Valero, por ser mi ejemplo de esfuerzo, sacrificio y por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida.

A mi madre Martha Aguilar, quien con sus consejos ha sabido guiarme para cumplir mis metas.

De igual forma dedico esta tesis a mis hermanos Gary, Paúl, Belén, a todos mis amigos por brindarme su apoyo incondicional y especialmente a mi compañero de vida Jorge por ser mi ejemplo a seguir y por haberme apoyado durante mi carrera profesional.

Silvia Valero A.

ÍNDICE

Contenido

i	
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
Resumen ejecutivo	xiv
ABSTRAC.....	xv
Capítulo I	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 General	3
1.2.2 Específicos.....	3
1.3 HIPÓTESIS.....	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.1.1.1 Constitución de la República del Ecuador, publicado en el Registro Oficial 449 de 20 Octubre de 2008.	5
2.1.2 Agua	11

2.1.5	Procesos de depuración de aguas en plantas de tratamiento de pequeños poblados	14
	CAPÍTULO III	16
3.1	MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1.1	Ubicación del área de estudio	17
3.1.3.1	Descripción del área de estudio	20
3.1.3.2	Clima e hidrografía	20
▪	Hidrografía	21
▪	Límites	21
▪	Superficie	21
▪	Población	21
3.1.4	Materiales y Equipos	22
3.1.4.1	Materiales de campo.....	22
3.1.4.2	Materiales de oficina y software	22
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	29
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
	CAPÍTULO IV	33
	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	33
4.1	Resultados.....	34
4.2	Verificación de la Hipótesis.....	43
4.4	Discusión	45
	CAPÍTULO V	48
5.1	Conclusiones	49
5.2	Recomendaciones.....	51
5.3	Plan de aprovechamiento para Riego Agrícola de los Efluentes tratados en la Planta de Aguas Residuales de la Parroquia La Esperanza	51
5.3.1	Ventajas y restricciones de la implementación del filtro.....	51

5.3.2 Dimensionamiento del filtro grueso dinámico	53
5.3.3 Dimensiones del Filtro (Volumen)	55
5.3.4 dimensiones de la caja de recuperación de arena (áridos).....	55
5.3 Costo	57
CAPÍTULO VI	58
6.1 LITERATURA CITADA.....	59
CAPÍTULO VII	63
7.1 Anexos.....	64
1.3.1 ANEXO 1.- Aforo de Gasto Líquido.....	64
ANEXO 2.- Análisis parámetros In Situ	64
Anexo 3.- Parámetros físico químico (Afluente y efluente)	66
Anexo 4.- Tablas de Precipitación y Temperatura	68
Anexo fotográfico.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .- Criterio de Calidad de agua para uso agrícola en riego.....	10
Tabla 3.- Aforo de gasto líquido	35
Tabla 4 Resultados parámetros físico-químicos	36
Tabla 5.- Análisis de componentes principales (agua que ingresa a la Planta de Tratamiento).....	36
Tabla 6.- Cargas de factores rotados y comunalidades (Rotación Varimax)	37
Tabla.- 7 Distancia de coeficiente de correlación, enlace simple pasos de amalgamación.....	37
Tabla 8.- Análisis de componentes principales (agua que sale de la planta de tratamiento).....	38
Tabla 9.- Cargas de factores rotados comunalidades (Rotación Varimax)	38
Tabla 10.- Distancia de coeficiente de correlación, enlace simple pasos de amalgamación.....	39
Tabla 11.- Parámetros físico-químicos básicos “entrada y salida de La Planta”	40
Tabla 12 .- Análisis del afluente realizado en el Laboratorio Grupo Químico Marcos.....	40
Tabla 13.- Análisis del efluente realizado en el Laboratorio Grupo Químico Marcos.....	41
Tabla 14.- Parámetros que se encuentran Fuera de La Norma Ambiental (TULSMA).....	42
Tabla 15.- Valores típicos de afluentes en aguas residuales Municipales para pequeñas poblaciones	43
Tabla 16.- Evapotranspiración potencial sector La Esperanza	44
Tabla 17.- Abastecimiento de riego para cualquier cultivo.....	44
TABLA 18.- Abastecimiento de Riego para Musáceas	45
Tabla 19.- Dimensiones del Filtro de Arena.....	55
Tabla 20.- Dimensiones de la caja de recuperación	55
Tabla 21.- Costo de construcción para implementación de Filtros Dinámicos..	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.- Mapa puntos de monitoreo	18
Ilustración 2.- Mapa de localización Planta de Tratamiento.....	19
Ilustración 3.- Mapa de ubicación Planta de Tratamiento	20
Ilustración 4 Procesos unitarios de la Planta de Tratamiento "La Esperanza" ..	34
Ilustración 5.- Dendograma de parámetros físico-químicos básicos.....	38
Ilustración 6.- Dendograma parámetros físico- químicos básicos (agua que sale de la planta)	39
Ilustración 7.- Diseño del filtro y caja de recuperación de arena de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia "La Esperanza"	56

(DUBLIN CORE) ESQUEMAS DE CODIFICACION			
1.	Titulo / Title	M	Aprovechamiento del Efluente de La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de La Parroquia La Esperanza del Cantón Quevedo para Riego Agrícola. 2014
2.	Creador / Creador	M	Valero, S; Universidad Técnica Estatal de Quevedo
3.	Materia /Subject	M	Ciencias Ambientales.
4.	Descripción /Description	M	El presente trabajo de investigación se realizó en la Planta de Tratamiento de aguas residuales, de la Parroquia Rural La Esperanza Cantón Quevedo coordinadas UTM: Latitud N9893052 y Longitud E 675086. Los objetivos de la investigación fueron: Determinar el flujo volumétrico de las aguas servidas que se generan en la parroquia La Esperanza, que ingresan al sistema de tratamiento; Caracterizar el afluente y el efluente de la actual planta de tratamiento y de las aguas servidas que se descargan al estero "La Virginia"; y, Proponer un plan de aprovechamiento para riego agrícola de los efluentes tratados en la planta de aguas residuales de la parroquia La Esperanza.
5.	Editor / Publisher	M	FACAMB; Carrera Gestión Ambiental; Valero, S
6.	Colaborador /Contributor	O	Ing. Jorge Neira Mosquera
7.	Fecha / Date	M	09/09/2015
8.	Tipo / Type	M	Tesis de Grado
9.	Formato / Format	R	doc MS Word 2010; pdf

10.	Identificador / Identifier	M	http://biblioteca.uteq.edu.ec
11.	Fuente / Source	O	Investigación Ambiental. TULSMA (2015)
12.	Lenguaje / Language	M	Español
13.	Relación / Relation	O	Ninguno
14.	Cobertura / Coverage	O	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Cantón Quevedo, Parroquia "La Esperanza".
15.	Derechos / Rights	M	Ninguno
16.	Audiencia / Audience	O	Tesis de Pregrado/ Bachelor Thesis

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo investigativo se realizó en la Planta de Tratamiento de aguas residuales, Parroquia La Esperanza Cantón Quevedo coordenadas UTM: Latitud 9893052N y Longitud 675086E. El objetivo general de la investigación esta dado en “Determinar la calidad y cantidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas municipales de la parroquia La Esperanza y su posibilidad de ser utilizada en el riego agrícola”. El flujo de agua que entra a la planta de tipo Imhoff, es de 2,51 dm³/s; el reactor de la planta tiene una capacidad de operación de 650m³, el tiempo de retención hidráulica es de 72 horas. Los parámetros físico-químicos básicos más discriminantes fueron: la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos, seguidos del potencial de hidrógeno; cuyos valores a la salida de la planta de tratamiento fueron: 516,91µS/cm; 236,32 mg/dm³ y 6,66. Los parámetros químicos del efluente de la planta, analizados y que se encuentran fuera de la norma son: carbonatos, cianuro total, cloruros, aceites y grasas, coliformes fecales y coliformes totales. El efluente, para ser utilizado en riego agrícola deberá cumplir con la normativa vigente, en este trabajo investigativo se propone la instalación de filtros rápidos dinámicos con la finalidad de eliminar los coliformes totales y fecales, así como cloruros, aceites y grasas, carbonatos y cianuro total. La disponibilidad de agua de esta planta alcanza para el riego seguro de 14, 4 Ha., de cultivos en general, en el caso específico de musáceas, el área a cubrir con riego seguro es de 8,7 Ha.

ABSTRAC

This research work was directed at the treatment plant wastewater, Quevedo Canton Parroquia La Esperanza UTM coordinates: Latitude and Longitude 675086E 9893052N. The general object of present research was to "Determine the quality and quantity of effluent treatment plant municipal water La Esperanza County and its ability to be used in agricultural irrigation ". The flow of water entering the plant Imhoff type is of $2.51 \text{ dm}^3 / \text{ s}$; the reactor plant has an operating capacity of 650 m^3 , the hydraulic retention time is 72 hours. The most discriminating were basic physicochemical parameters: electrical conductivity and total dissolved solids, followed by hydrogen potential; whose output values to the treatment plant were $516,91 \mu\text{S} / \text{ cm}$; $236.32 \text{ mg} / \text{ dm}^3$ and 6.66. Chemical parameters of the effluent from the plant, analyzed and found outside the norm are: carbonates, total cyanide, chlorides, oils and fats, total coliforms and fecal coliforms.

The effluent to be used in agricultural irrigation must comply with current regulations in this research work installing dynamic fast filters in order to eliminate the total and fecal coliforms were proposed, as well as chlorides, oils and fats, carbonates and cyanide Total. Water availability of this plant for safe irrigation reaches 14, 4 ha., Of crops in general, in the specific case of Musa, the area to be covered by insurance irrigation is 8.7 hectares.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El reúso de aguas residuales está definido como su aprovechamiento en actividades diferentes a las cuales fueron originadas (Ministerio del Medio Ambiente, 2001). Los tipos y aplicaciones se clasifican de acuerdo con el sector o infraestructura que recibe el beneficio, siendo los principales: el urbano, que incluye irrigación de parques públicos, campos de atletismo, áreas residenciales y campos de golf; el industrial, en el que ha sido muy empleado durante los últimos años, especialmente en los sistemas de refrigeración de las industrias, y el agrícola, en la irrigación de cultivos. Este último es el principal uso (Gutiérrez, 2003).

El agua para riego debe mantener características físicas químicas y microbiológicas que no alteren el desarrollo de las plantas ni se vean afectados por contaminación química, por residuos de la producción industrial de químicos, metalurgia, escurrimiento de pesticidas de tierras agrícolas u otros, que inciden en la calidad de los productos agrícolas de consumo humano. (Guzman & Narvaez, 2010).

Desde nuestra consideración, el uso del agua de riego en la agricultura es una de las principales prácticas para suplir los requerimientos hídricos de las plantas; el cambio climático que ya se encuentra presente en nuestro país ha provocado que la estación lluviosa del año se presente de forma irregular lo que conlleva a los agricultores de la región central del litoral ecuatoriano a buscar alternativas de solución para mejorar la productividad de sus cultivos.

La planta de tratamiento de aguas residuales municipales de la Parroquia La Esperanza Cantón Quevedo está conectado el 40 % de sus habitantes lo que podría utilizarse en el riego de parcelas aledañas a la planta de tratamiento.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Determinar la calidad y cantidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas municipales de la parroquia La Esperanza y su posibilidad de ser utilizada en el riego agrícola.

1.2.2 Específicos

- Determinar el flujo volumétrico de las aguas servidas que se generan en la parroquia La Esperanza, que ingresan al sistema de tratamiento;
- Caracterizar el afluente y el efluente de la actual planta de tratamiento y de las aguas servidas que se descargan al estero “ La Virginia”; y,
- Proponer un plan de aprovechamiento para riego agrícola de los efluentes tratados en la planta de aguas residuales de la parroquia La Esperanza.

1.3 HIPÓTESIS

H₀: Las aguas tratadas de la planta de aguas residuales la Esperanza cumplen con la normativa ambiental; por lo tanto puede ser utilizada en el riego agrícola.

H₁: Las aguas tratadas de la planta de aguas residuales la Esperanza no cumplen con la normativa ambiental; por lo tanto no puede ser utilizada en el riego agrícola.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 MARCO LEGAL

En la constitución de la Republica del Ecuador se refrenda el articulado donde se hace referencia a los derechos de la naturaleza así como al ambiente necesario para el desarrollo sostenible de la vida en todas sus formas.

2.1.1.1 Constitución de la República del Ecuador, publicado en el Registro Oficial 449 de 20 Octubre de 2008.

En la sección segunda relacionada con el ambiente sano, el artículo N° 14 reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, ósea *sumak kawsay*.

Así mismo el Capítulo séptimo referido a los Derechos de la naturaleza, especifica en su artículo 71 que la naturaleza o *Pacha Mama*, es donde se reproduce y realiza la vida, por lo que tiene derecho a que se respete integralmente su existencia, el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

De modo que toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza, por lo que para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en este cuerpo legal.

Ello permite que el Estado incentive a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promuevan el respeto de todos los elementos que forman un ecosistema.

De igual forma el Art. 72 de la señalada norma, refiere que la naturaleza tiene derecho a la restauración, la misma será independiente de la obligación que

tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

Además se expresa que en los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Desde lo fundamentado se puede precisar como en el articulado de la carta magna y en específico en su artículo 73, el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales, sin embargo, se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

En el artículo 74, se reflexiona acerca de cómo las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

En el criterio de la investigadora la necesidad de recuperación y reutilización de los recursos naturales como es en este caso concreto el agua para mantener un ambiente equilibrado y el desarrollo de la biodiversidad, está garantizado en el siguiente articulado.

En el Título VI, concerniente al Régimen de Desarrollo, Capítulo primero en el Artículo 276, esta Carta Política trata de recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equilibrado, permanente y de calidad de todos los servicios ambientales, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

Por otra parte en el Capítulo segundo, alusivo a la Biodiversidad y recursos naturales en la Sección primera, Naturaleza y ambiente, Artículo 395 La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales: garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras ósea el desarrollo sostenible; Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Gobierno en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

El Artículo 396 de esta Carta Magna manifiesta que el Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.

En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

En caso de daños ambientales en el Artículo 397 manifiesta que el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la

restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental.

El Artículo 398 declara que toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta.

El Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos.

Si del referido proceso de consulta resulta una oposición mayoritaria de la comunidad respectiva, la decisión de ejecutar o no el proyecto será adoptada por resolución debidamente motivada de la instancia administrativa superior correspondiente de acuerdo con la ley.

El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, esta expresado en el Artículo 399.

En la Sección sexta, perteneciente al Agua en el Artículo 411.- El Gobierno garantizará la conservación, recuperación así como el manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Para tal efecto se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua; la sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Las prácticas ambientalmente limpias y sanas que garanticen la soberanía alimentaria y por ende los procesos productivos, se ponen de manifiesto en el siguiente artículo 412, al igual; La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

La posibilidad de utilizar el efluente de la planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia La Esperanza, se fundamenta en lo siguiente

2.1.1.2 TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA AMBIENTAL (TULSMA).

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

CAPITULO 5: DESARROLLO, Numeral 5.1.3: Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego.

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes. Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en la Tabla 4 y la Tabla 5. Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan en la Tabla 4. Además de los criterios indicados, la Autoridad Nacional de Control Ambiental utilizará también las guías indicadas en la Tabla 5, para la interpretación de la calidad del agua para riego y la misma deberá autorizar o no el uso de agua con grado de restricción severo o moderado.

Tabla 1 .- Criterio de Calidad de agua para uso agrícola en riego

Parámetro	Expresado como	Unidad	Criterio de Calidad
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
pH	Ph		6 – 9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Huevos y parásitos			Ausencia
Aceites y grasas	Película Visible		Ausencia
Materia flotante	Visible		Ausencia

Fuente: Tabla 4 TULSMA

Tabla 2.- Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRINCCIÓN *		
		NINGUNO	LIGERO-MODERADO	SEVERO
Salinidad: (1)				
CE (2)	milimhos/cm	0,7	0,7-3,0	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450-2000	>2000
Infiltración (4)				
RAS= 0-3yCE=		0,7	0,7-0,2	<0,2
RAS= 3-6yCE=		1,2	1,2-0,3	<0,3
RAS= 6-12y CE=		1,9	1,9-0,5	<0,5
RAS= 12-20y CE=		2,9	2,9-1,3	<1,3
RAS= 20-40y CE=		5,0	5,0-2,9	<2,9
Toxicidad por iones específicos (5)				
Sodio:				
Irrigación superficial RAS (6)	meq/l	3,0	3,0-9,0	>9
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
Cloruros:				
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0-10,0	>10
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
Boro	mg/l	0,7	0,7-3,0	>3
Efectos misceláneos (7)				
Nitrógeno (N-NO ₃ -)	mg/l	5,0	5,0-30,0	>30
Bicarbonato (HCO ₃ -) Solo aspersión	meq/l	1,5	1,5-8,5	>8,5
pH	Rango normal		6,5-8,4	

Fuente: Tabla 5 TULSMA

2.1.2 Agua

El agua es un recurso indispensable para las actividades humanas, para el desarrollo económico y el bienestar social. En promedio se necesitan 3.000 L de agua por persona para generar los productos necesarios para la alimentación diaria. Aunque la irrigación para fines agrícolas representa apenas 10% del agua usada, ésta es la actividad de mayor consumo de agua dulce del planeta (FIDA & FAO, 2006).

2.1.3 AGUAS RESIDUALES

Agua de abastecimiento de una comunidad después de haber sido contaminada por diversos usos. Puede ser una combinación de residuos, líquidos o en suspensión, de tipo doméstico, municipal e industrial, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que pueden estar presentes (INAMHI, 2014).

Las actividades humanas generan inevitablemente aguas residuales que contaminan nuestros ríos. Las aguas residuales domésticas son las procedentes de zonas de vivienda y de servicios producidas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas. En las aguas residuales urbanas estarán siempre presentes las aguas residuales domésticas, pero también puede haber, dependiendo del grado de industrialización de la aglomeración urbana, aguas industriales procedentes de actividades de este tipo que descargan sus vertidos a la red de alcantarillado municipal, así como aguas de escorrentía pluvial, si la red de saneamiento es unitaria (las aguas de lluvia son recogidas por el mismo sistema de alcantarillado que se emplea para la recogida y conducción de las domésticas y las industriales) (R. Huertas; C. Marcos, 2013).

2.1.4 Contaminantes físico – químicos del agua

La calidad del agua residual está dada por su caracterización en base a parámetros físicos químicos y biológicos, así como su flujo y las principales fuentes contaminantes; la mayoría de parámetros mantienen correlación, así la temperatura afecta la actividad biológica y al oxígeno disuelto.

Las características de las aguas residuales de una comunidad tienen grandes variaciones que dependen de factores tales como el consumo, del tipo de sistema de alcantarillado, la existencia de sistemas individuales de disposición de excretas y presencia de desechos de tipo industrial. (Ramos, 2002).

Se consideran importantes los siguientes:

- turbiedad;
- color;
- olor y sabor;
- temperatura; y,
- pH.

2.1.4.1 Turbiedad

La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etcétera). La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado.

La medición de la turbiedad se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

2.1.4.2 Color

Esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etcétera. Se considera que el color natural del agua, excluyendo el que resulta de descargas industriales.

2.1.4.3 Temperatura

Es una medida relativa de la cantidad de calor contenida en el agua residual. Esta propiedad termodinámica influye notablemente en las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua. Afecta a la fauna y flora acuática, la velocidad de reacción bioquímica y la transferencia de gases. (Ramos, 2002).

2.1.4.4 pH

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. (Barrenechea, 2000)

2.1.5 Procesos de depuración de aguas en plantas de tratamiento de pequeños poblados

2.1.5.1 Tratamiento preliminar

Está destinado a la preparación o acondicionamiento de las aguas residuales con el objetivo de proteger las instalaciones y eliminar o reducir sensiblemente las condiciones indeseables relacionadas principalmente con la apariencia estética de la planta de tratamiento. (Curso Internacional "Gestión de Tratamiento de Aguas Residuales", 2002)

2.1.5.2 Tratamiento primario

El principal objetivo es la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes.

2.1.5.3 Tratamiento secundario

En este caso el objetivo es la eliminación de la materia orgánica biodegradable disuelta o en forma coloidal, así como el resto de sólidos y parte de los nutrientes presentes en el agua.

2.1.5.4 Tratamiento terciario

Permite obtener efluentes de mayor calidad, para ser vertidos en zonas con requisitos más exigentes. Generalmente se busca la eliminación de nutrientes y patógenos.

2.1.6 Método Imhoff

Los tanques Imhoff [Karl Imhoff 1876- 1965) que en su tiempo fue el ingeniero especialista en aguas, más notable de Alemania], por haber concebido el tipo de tanque de doble objeto que se conoce por su apellido.

Existen tanques Imhoff de muchas formas rectangulares y hasta circulares, pero siempre proporcionan una cámara o cámaras superiores por la cuales pasan las aguas negras en su periodo de sedimentación, además de otra cámara inferior donde la materia es recibida por gravedad permanece en condiciones tranquilas para su digestión anaerobia.

De la forma del tanque se obtienen varias ventajas: los sólidos sedimentables alcanzan la cámara inferior en menor tiempo; la forma de la ranura y de las paredes inclinadas que tiene la cámara acanalada hacia arriba que no perturba la acción sedimentadora. Como todo dispositivo para un tratamiento primario, el tanque Imhoff puede ser una parte de una planta para el tratamiento completo, y en tal caso su comportamiento de digestión debe tener una capacidad tanto como para lodos secundarios como para los que recibirá de la sobrepuesta cámara de sedimentación.

En su funcionamiento normal, un tanque imhoff debe ser vigilado diariamente, aunque para hacerlo no exija mucho trabajo en su manejo ni muchas herramientas. (Calvache & Duran, 2002).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

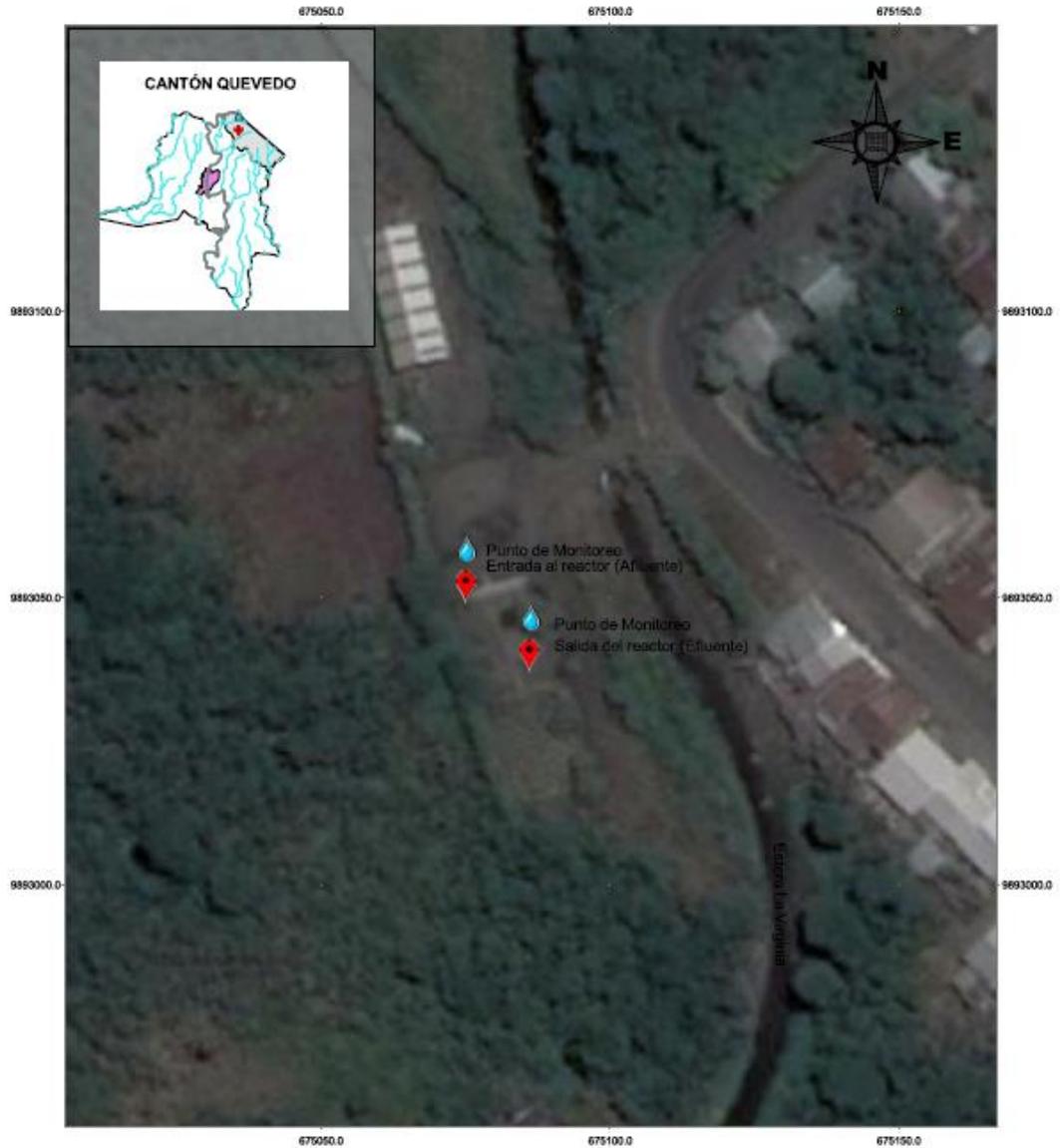
3.1.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se desarrolló en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la parroquia La Esperanza, perteneciente al Cantón Quevedo, dirección Km 7 vía a Valencia.

Los puntos de monitoreo en la planta de tratamiento de aguas residuales de la Parroquia “La Esperanza” son los siguientes:

PUNTO DE MONITOREO 1	
X	Y
667750	9936507
PUNTO DE MONITOREO 2	
X	Y
663151	9922232

Ilustración 1.- Mapa puntos de monitoreo

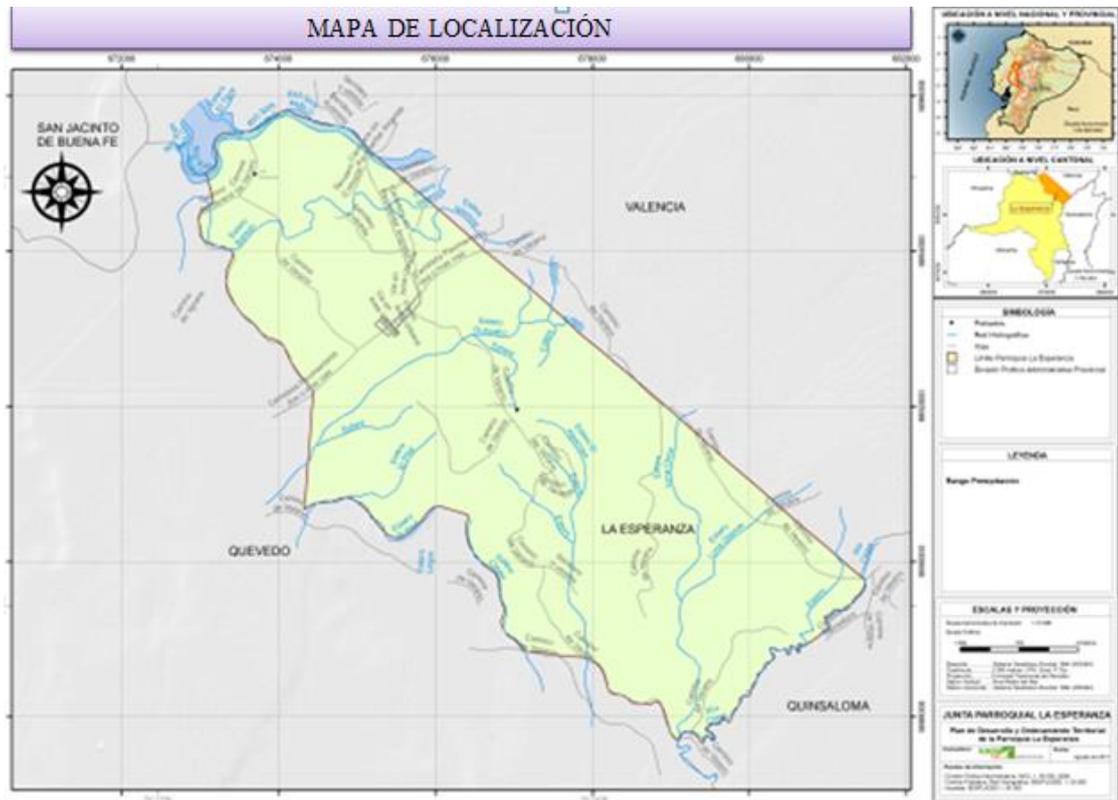


LEYENDA		UBICACIÓN
<p>PUNTOS DE MONITOREO</p> <p>RÍOS DOBLES</p> <p>RÍOS SIMPLES</p> <p>VÍAS</p> <p>ZONA DE ESTUDIO - LA ESPERANZA</p> <p>CIUDAD DE QUEVEDO</p> <p>PARROQUIA LA ESPERANZA.shp</p> <p>LIMITES QUEVEDO</p>	 <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES</p> <p>TEMA: "APROVECHAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA LA ESPERANZA DEL CANTÓN QUEVEDO PARA RIEGO AGRÍCOLA, 2014"</p> <p>AUTOR: SILVIA KATHERINE VALERO AGUILAR</p> <p>DIRECTOR: ING. JORGE NEIRA MOSQUERA</p>	<p>PROVINCIA: CANTÓN: LOS RÍOS QUEVEDO</p> <p>PARROQUIA: LA ESPERANZA</p> <hr/> <p>ESCALA 1: 1.000</p> <hr/> <p>MAPA PUNTOS DE MONITOREO (AFLUENTE - EFLUENTE)</p>

3.1.2 Mapa de Localización

Fuente: PDOT Parroquia "La Esperanza"

Ilustración 2.- Mapa de localización Planta de Tratamiento



3.1.3 Mapa de Ubicación

Ilustración 3.- Mapa de ubicación Planta de Tratamiento



Fuente: PDOT Parroquia “La Esperanza”

3.1.3.1 Descripción del área de estudio

La planta de tratamiento está ubicada en la parroquia La Esperanza; esta parroquia se encuentra localizada al noreste del cantón Quevedo perteneciente a la Provincia de Los Ríos, junto al río San Pablo en los límites con el cantón Valencia.

3.1.3.2 Clima e hidrografía

La parroquia La Esperanza en su totalidad del territorio presenta un clima tropical mego térmico semi-húmedo, su temperatura oscila entre los 24 y 26° grados centígrados.

- **Hidrografía**

La hidrografía de la parroquia La Esperanza se encuentra conformada por las subcuencas de los ríos Vinces y Babahoyo.

- **Límites**

Norte: Cantón Valencia

Sur: Cantón Quevedo

Este: Parroquia Quevedo

Oeste: Parroquia Quevedo

- **Superficie**

La Superficie total es de 987.00 Km² aproximadamente, su cabecera cantonal 9.00 Km², el área rural 978.00 Km².

- **Población**

Su población según información del censo del 2010 realizado por el INEC, La Esperanza tiene 4247 habitantes. El analfabetismo está en un 6,76%.

3.1.4 Materiales y Equipos

3.1.4.1 Materiales de campo

- GPS
- Vehículo
- Libreta de Campo
- Bolígrafos
- Cámara digital
- Balde aforado
- Cinta métrica
- kit para toma de muestras de agua
- cronometro

3.1.4.2 Materiales de oficina y software

- GVSIG
- Ordenador
- Escáner
- Impresora
- Resma de papel bond de 75g
- Tinta para impresora
- Flash memory
- Lápiz
- Resaltador
- Borrador
- Libreta de campo
- Solidworks
- AutoCAD

3.1.4.3 Materiales de Laboratorio

- Oxímetro;
- Potenciómetro;
- Conductímetro;
- Termómetro para agua;
- Turbidímetro;
- Tubos de ensayo;
- Reactivos varios;
- Fotespectrometro

3.1.5 Metodología

Para determinar el flujo volumétrico de las aguas servidas que se generan en la planta de tratamiento de la parroquia La Esperanza, se procedió de la siguiente manera:

3.1.5.1 Determinación del flujo volumétrico

El flujo volumétrico de las aguas servidas que ingresan al sistema de tratamiento, así como la aguas que salen del sistema de tratamiento, se determinó mediante una campaña de aforo de gasto liquido durante catorce días consecutivos (incluidos sábados y domingos); la técnica utilizada fue la del balde aforado; en la que se consideró el tiempo de llenado del balde (método: velocidad x área);

3.1.5.2 Caracterización del afluente y del efluente

La caracterización del afluente y el efluente, se llevó a efecto de acuerdo a lo que establece el “Estándar Methods”, se tomó muestras diarias durante los catorce días que duró la fase de campo, los parámetros medidos fueron los siguientes: oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), solidos totales disueltos (STD), potencial de hidrogeno (pH), temperatura del agua (°C),; estos parámetros físico-químicos básicos fueron medidos *in situ*, utilizando las sondas

del laboratorio de Suelos y Aguas de la UTEQ; el análisis de los parámetros: aceites y grasas, arsénico, coliformes fecales, coliformes totales, cadmio, carbonatos, cianuro, cinc, cloro, cloruros, cobre, DBO₅, fosforo, hierro, mercurio, nitrógeno, plomo, sulfatos, tenso-activos, y, zinc, se efectuaron en el laboratorio acreditado del Grupo Químico Marcos de la ciudad de Guayaquil.

La tabulación de los resultados obtenidos en los 14 días de monitoreo tanto de afluentes como de efluentes se realizó mediante la técnica de análisis multivariante: análisis de componentes principales; análisis factorial; y, análisis de conglomerados; (Serrano, 2003), tal como se describe a continuación.

3.1.5.3 Análisis de componentes principales:

El ACP construye una transformación lineal que escoge un nuevo sistema de coordenadas para el conjunto original de datos en el cual la varianza de mayor tamaño del conjunto de datos es capturada en el primer eje (llamado el primer componente principal), la segunda varianza más grande es el segundo eje, y así sucesivamente. Para construir esta transformación lineal debe construirse primero la matriz de covarianza o matriz de coeficientes de correlación. Debido a la simetría de esta matriz existe una base completa de vectores propios de la misma.

La transformación que lleva de las antiguas coordenadas a las coordenadas de la nueva base es precisamente la transformación lineal necesaria para reducir la dimensionalidad de datos. Además las coordenadas en la nueva base dan la composición en factores subyacentes de los datos iniciales.

La distancia de Mahalanobis entre dos variables aleatorias con la misma distribución de probabilidad \vec{x} y \vec{y} con matriz de covarianza Σ se define como:

$$d_m(\vec{x}, \vec{y}) = \sqrt{(\vec{x} - \vec{y})^T \Sigma^{-1} (\vec{x} - \vec{y})}.$$

a) Transformación de variables

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$X = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{\sqrt{N\sigma_j}}$$

b) Vector característico

$$R = V L V'$$

Dónde:

R = Matriz de correlación

V = Matriz de vectores característicos

L = Matriz diagonal de valores característicos

d) Valor característico

Los valores característicos son las varianzas de los componentes principales:

$$Z = A Y$$

3.1.5.4 Análisis factorial;

El Modelo del análisis factorial es:

$$X = \alpha + L F + e$$

Dónde:

X es el (p x 1) vector de medidas;

α es el $(p \times 1)$ vector de medias;
 L es una matriz inicial $(p \times m)$;
 F es un $(m \times 1)$ vector de factores comunes; y ,
 e es un $(p \times 1)$ vector de residuos.

Aquí, p representa el número de mediciones y m representa el número de factores comunes. La matriz de covarianza es igual a:

$$\text{Cov}(X) = L L' + \beta$$

Dónde:

L es la $(p \times m)$ matriz inicial;

β es una $(p \times p)$, matriz de varianzas de residuos.

3.1.5.5 Análisis Cluster:

$$d_{mj} = \frac{N_k d_{kj} + N_l d_{lj}}{N_m}$$

Dónde: N_k, N_l, N_m = Número de Observaciones en los conglomerados k, l, m .

El modelo de Friedman, se fundamenta en el método Chi cuadrada. La prueba de Friedman es una prueba No paramétrica equivalente a la prueba ANOVA para medidas repetidas en la versión no paramétrica, el método consiste en ordenar los datos por filas o bloques, reemplazándolos por su respectivo orden.1

$$X^2 = \frac{12}{r \cdot k(k+1)} \sum (SR_{2i}) - gl \cdot r(k+1)$$

Dónde:

r = número de tratamientos;

k=número bloques;

gl=grados de libertad;

12=constante;

(SR2i)=rango.

Los resultados de los parámetros: aceites y grasas, arsénico, coliformes fecales, coliformes totales, cadmio, carbonatos, cianuro, cinc, cloro, cloruros, cobre, DBO₅, fosforo, hierro, mercurio, nitrógeno, plomo, sulfatos, tenso-activos, y, zinc; fueron comparados con los valores de las tablas 4 y 5 de la Normativa Ambiental vigente (TULSMA).

El plan de aprovechamiento para riego agrícola de los efluentes de la planta se estructuró con los siguientes componentes:

1. Alcance
2. Objetivos
3. Requerimientos de cantidad
4. Requerimientos de calidad
5. Acciones a implementarse

3.1.5.6 Determinación de la disponibilidad de agua

Para determinar la disponibilidad de agua tratada en la planta, se tomaron como base los resultados del primer objetivo específico (aforo de gasto líquido), mientras que para determinar el requerimiento hídrico del cultivo de banano, se calculó el balance hídrico para el periodo 1994-2009 (total 15 años de datos) de acuerdo a la metodología propuesta por Thornthwaite and Mather la misma que consiste en lo siguiente:

Para determinar el balance hídrico mensual (disponibilidad de agua en el cultivo proveniente de la lluvia) se procede de la siguiente manera:

1. Calcular para cada mes la evapotranspiración potencial y a partir de su suma calcular el valor anual. Tiene la ventaja de utilizar en sus cálculos dos factores: la temperatura media mensual y la latitud, que implícitamente introduce la duración teórica de la insolación y tiene como desventaja no tomar en cuenta la humedad del aire. Calculada la evapotranspiración potencial anual se obtiene la evapotranspiración real.

La rutina de cálculo es la siguiente:

a) Calcular mes a mes un índice término “i” a partir de la expresión :

$$i = \left(\frac{\theta}{5}\right)^{1.514}$$

siendo :

θ = Temperatura media mensual en °C

a) Sumar los 12 índices térmicos i, para obtener un índice anual, cuya expresión es:

$$I = \sum_1^{12} i ;$$

b) La evapotranspiración potencial no corregida de cada mes está dada por la expresión:

$$ETP'_m = c \theta^a ;$$

Donde los coeficientes “c” y “a” son los mismos para cada mes y vienen dados en función del índice anual I por las expresiones:

$$a = 675 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 1.79 \times 10^{-2} \times I + 0.492 ;$$

$$c = 16 \left(\frac{10}{I}\right)^a ;$$

c) Para obtener los valores corregidos de la evapotranspiración se multiplican los valores mensuales ETP´m por un coeficiente de corrección K, que tiene en cuenta la latitud, o sea, la duración de la insolación teórica y del número de días de cada mes.

Para cada mes tendremos que: $ETP_m = K ETP'_m$;

d) La evapotranspiración anual será igual a la suma de los valores mensuales, o sea:

$$ETP = \sum_1^{12} ETP_m$$

El plan de aprovechamiento para riego agrícola de los efluentes tratados en la planta de aguas residuales de la parroquia la esperanza se resolvió en base a los resultados obtenidos los objetivos 1 y 2.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es un estudio de caso para alcanzar cada uno de los objetivos planteados en el presente estudio se aplicaran los siguientes tipos de investigación.

3.2.1 De campo o experimental

La investigación de campo constituye un proceso sistemático, riguroso y racional de recolección, tratamiento, análisis y presentación de datos, basado en una estrategia de recolección directa de la realidad de la información necesaria para la investigación. (Tena & Turnbull, 1994)

Esta investigación permitió extraer los datos de la realidad mediante técnicas de recolección de datos con el fin de alcanzar los objetivos planteados en la investigación.

3.2.2 Descriptiva

El propósito de esta investigación es describir la situación prevaleciente en el momento de realizarse el estudio. (Salkind , 1999)

3.2.3 Bibliográfica

Los métodos de información bibliográfica para la investigación son aquellos que permiten al usuario utilizar la información registrada en determinados documentos para llevar a cabo su propia investigación. (Eco, 1986)

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En esta investigación se aplicó la técnica de muestreo sistemática.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

El tamaño de la muestra del análisis multivariante depende del número de variables a incluir en el análisis, del tamaño del efecto que se desea conseguir y de la magnitud de las intercorrelaciones dentro de los grupos. (Muller y Paterson, 1984), mientras menor sea el número de variables se incrementa la robustez del modelo y facilita la interpretación de resultados. (Olson, 1974), la técnica multivariante sugiere que el número de repeticiones tomadas en cuenta para este tipo de análisis deberá superar al menos en 1 al número de variables elegidas para el mismo. En nuestro caso concreto el número de variables fue de 5 y el número de repeticiones (monitoreos) fue igual a 14. (Vallejo, 1992)

- **Método deductivo**

Este método es utilizado para establecer las conclusiones parciales y generales que resultan de las entrevistas aplicadas a los moradores que habitan alrededor de las fincas.

- **Método analítico y sintético**

El análisis es la observación y examen de un hecho particular. Este método permitirá conocer más el objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. Con este método se describió y analizó los procesos, programas, procedimientos, técnicas, políticas y criterios sobre los contaminantes que se vierten en las fuentes producto de las actividades propias del banano.

- **Experimental:** En este método el investigador interviene sobre el objeto de estudio modificando a esta directa o indirectamente para crear las condiciones

necesarias que permitan revelar sus características fundamentales y sus relaciones esenciales bien sea:

- Aislando al objeto y las propiedades que estudia de la influencia de otros factores

- Reproduciendo el objeto de estudio en condiciones controladas

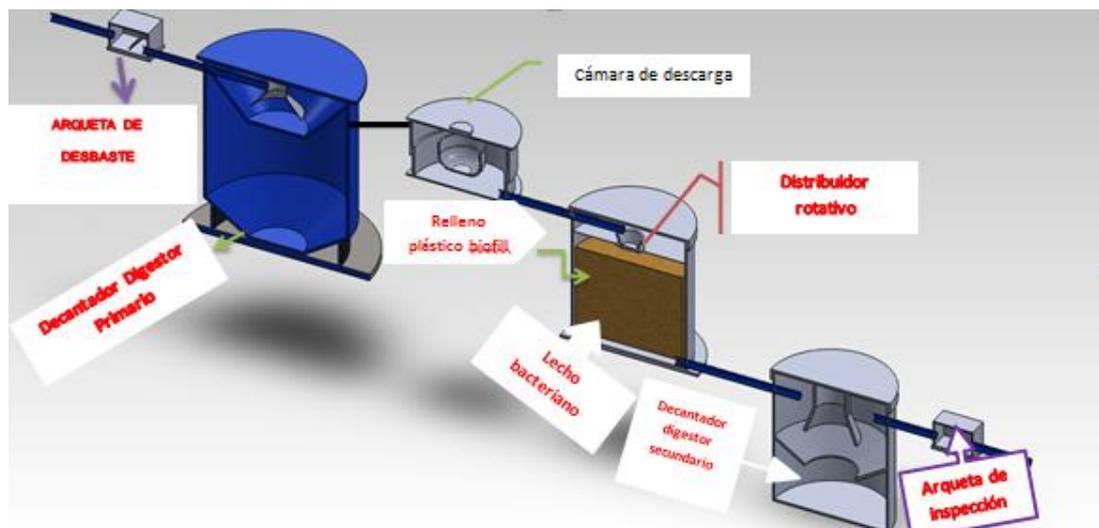
- Modificando las condiciones bajo las cuales tiene lugar el proceso o fenómeno que se estudia.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 RESULTADOS

1: Determinar la cantidad de agua que ingresa y que sale del sistema de tratamiento de la planta la Esperanza;

ILUSTRACIÓN 4 Procesos unitarios de la Planta de Tratamiento "La Esperanza"



Fuente: Elaborado Valero S.

4.1.1 Descripción del proceso

4.1.1.1 Arqueta de desbaste: En ella se lleva a cabo una primera depuración física del agua residual, de forma que quedan retenidos en la reja de acero inoxidable los elementos más gruesos y voluminosos. El flujo de entrada $2,51\text{dm}^3/\text{s}$

4.1.1.2 Decantador digestor primario: La materia orgánica recibida por gravedad permanece en condiciones tranquilas para su digestión por acción de las bacterias anaerobias, las cuales son las encargadas de descomponer y mineralizar lentamente los fangos; la capacidad de depuración es de 650 m^3 .

4.1.1.3 Cámara de descarga: su función es aportar periódicamente un caudal adecuado de agua residual al lecho bacteriano o filtro biológico (anexo con listado de bacterias utilizadas).

4.1.1.4 Lecho bacteriano: basa su funcionamiento en el hecho de que el agua residual al pasar a través de un medio filtrante, en el que exista una flora bacteriana bien desarrollada, va a perder parte de su carga orgánica. La materia orgánica es adsorbida y metabolizada por la acción de la flora bacteriana de tipo aerobio que se desarrolla en las capas más externas de la película biológica, los filtros biológicos cuentan con un sistema de drenaje inferior por el que se canaliza el agua depurada así como los sólidos de carácter biológico que se hayan desprendido del medio filtrante.

4.1.1.5 Decantador digestor secundario: realiza la función de clarificación del efluente secundario eliminando la posible carga orgánica y sólidos en suspensión.

4.1.1.6 Arqueta de inspección: sirve para la toma de muestras y determinar la calidad del vertido.

El aforo de gasto líquido se llevó a efecto en la arqueta de desbaste para el agua que ingresa al sistema y en la arqueta de inspección para el agua que sale del sistema luego del respectivo tratamiento.

Como resultado del aforo de gasto líquido realizado en la planta de tratamiento de aguas residuales la esperanza por el lapso de catorce días, mismo que consta en el anexo 1, se obtuvo la información que se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 2.- Aforo de gasto líquido

Flujo de entrada y salida en un segundo	Flujo de entrada y salida en 1 hora	flujo de entrada y salida en 1 día	flujo de entrada y salida en 1 mes
2.51 dm ³	9.036m ³	216.864m ³	6505.92m ³

Fuente: Elaborado Valero S.

2: Conocer la calidad del efluente (propiedades físico-químico y bacteriológicas).

El resultado del monitoreo de los parámetros físico-químicos básicos realizados por el lapso de 14 días tanto a la entrada al sistema (afluente), como a la salida del sistema (efluente), constan en el anexo 2, la tabla resumen es la siguiente:

Tabla 3 Resultados parámetros físico-químicos

Parámetros	C.E. (μ S)	STD (mg/l)	pH (absoluta)	Temp (°C)	O.D. (mg/l)	O.D. %Sat
Entrada	363.52	165.86	6.47	27.01	3.63	44,98
Salida	516.91	236.32	6.66	27.36	3.36	41,64
Norma	450- 2000*	>2000*	6-9	No aplica	>5	>80%**

Fuente: Elaborado Valero S.

**Tabla 5: parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego*

***tabla 8; criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante Contacto secundario.*

De la tabla 4 se desprende que el agua que ingresa a la planta al tratarse de agua grises (aguas municipales) entra con el Oxígeno disuelto disminuido debido a la misma utilización del agua y a la permanencia en la red primaria del sistema de alcantarillado, mismo que conduce al agua desde las viviendas hasta la planta de tratamiento; una vez en la planta de tratamiento el agua es sometida a un proceso de digestión con la ayuda un coctel de bacteria en un medio anaerobio en el que se incrementa la temperatura del agua y como resultado de esto disminuye la cantidad de oxígeno disuelto.

Tabla 4.- Análisis de componentes principales (agua que ingresa a la Planta de Tratamiento)

	1er C.P.	2do C.P.	3er C.P.	4to C.P.	5to C.P.
VALOR PROPIO	3,8081	0,8547	0,2371	0,0001	-0,0000
PROPORCIÓN	0,762	0,191	0,047	0,0000	-0,0000
PROP.ACUM.	0,762	0,953	1,000	1,0000	1,0000

Fuente: Elaborado Valero S.

De esta tabla se desprende que los dos primeros componentes principales son los más importantes por cuanto explican el 95,3% de la varianza. Por lo tanto se procede a realizar el análisis factorial.

Tabla 5.- Cargas de factores rotados y comunalidades (Rotación Varimax)

VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	COMUNALIDAD
COND. ELÉCTRICA	0,886	0,463	1,000
SÓL TOT. DISUELTOS	0,888	0,459	1,000
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	0,461	0,887	1,000
VARIANZA EXPLICADA	0,596	0,404	1,000

Fuente: Elaborado Valero S.

En esta tabla se observa que el primer factor explica el 59.6% de la varianza y contiene a: la conductividad eléctrica y a los sólidos totales disueltos mientras que el segundo factor explica el 40,4% de la varianza y contiene al potencial de hidrógeno.

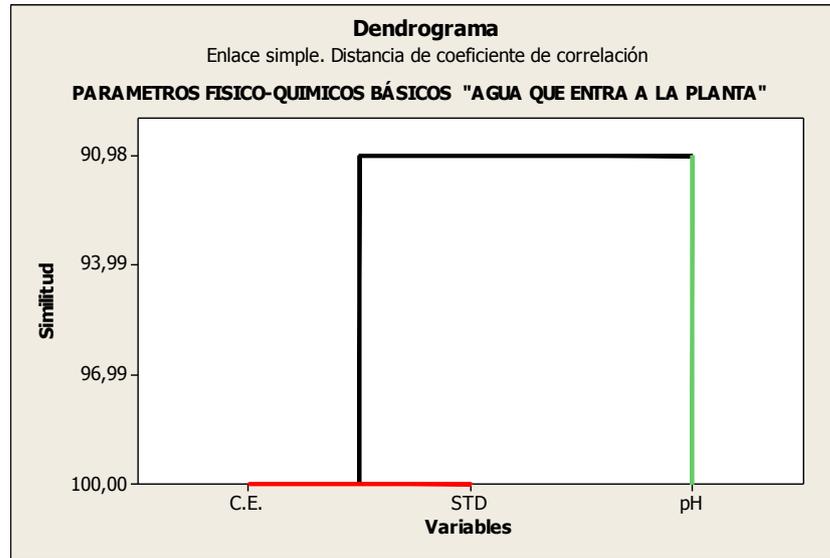
Tabla.- 6 Distancia de coeficiente de correlación, enlace simple pasos de amalgamación

PASO	GRUPO	NIVEL SEMEJANZA	NIVEL DISTANCIA	PARTICIÓN FINAL
1	2	99,9921	0,000157	Grupo1 "CE y STD"
2	1	90,9803	0,180394	Grupo2 "pH"

Fuente: Elaborado Valero S.

Como se mencionó con anterioridad en la Tabla 7 se muestra la amalgamación de las variables en estudio, en el primer Box (caja) se aglutinan: Conductividad Eléctrica y Sólidos Totales Disueltos con una distancia de correlación de 99,99%; mientras que la segunda caja queda únicamente el Potencial de Hidrógeno con una distancia de coeficiente de correlación de 90,98%; esto mismo, se muestra en el siguiente gráfico.

Ilustración 5.- Dendrograma de parámetros físico-químicos básicos



Fuente: Elaborado Valero S.

Por lo tanto las variables más discriminantes en la entrada de agua a la Planta de Tratamiento son Conductividad Eléctrica y Sólidos Totales Disueltos.

Tabla 7.- Análisis de componentes principales (agua que sale de la planta de tratamiento)

	1er C.P.	2do C.P.	3er C.P.	4to C.P.	5to C.P.
VALOR PROPIO	4,0093	0,8234	0,1547	0,0125	0,0000
PROPORCIÓN	0,802	0,165	0,031	0,003	0,000
PROP.ACUM.	0,802	0,967	0,997	1,000	1,000

Fuente: Elaborado Valero S.

De esta tabla se desprende que los dos primeros componentes principales son los más importantes por cuanto explican el 96,7% de la varianza. Por lo tanto se procede a realizar el análisis factorial.

Tabla 8.- Cargas de factores rotados comunalidades (Rotación Varimax)

VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	COMUNALIDAD
COND. ELÉCTRICA	0,916	0,393	0,993
SÓL. TOT. DISUELTO	0,928	0,364	0,993
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	0,379	0,925	1,000
VARIANZA EXPLICADA	0,614	0,381	0,995

Fuente: Elaborado Valero S.

En esta tabla se observa que el primer factor explica el 61,4% de la varianza y contiene a: la conductividad eléctrica y a los sólidos totales disueltos mientras que el segundo factor explica el 38,1% de la varianza y contiene al potencial de hidrógeno.

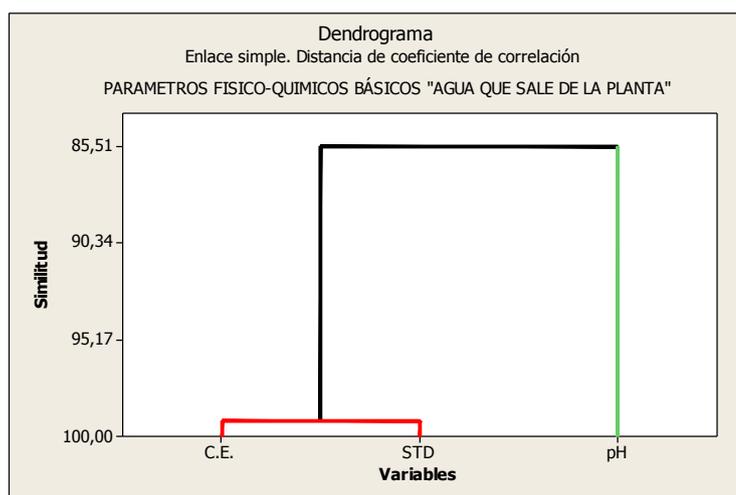
Tabla 9.- Distancia de coeficiente de correlación, enlace simple pasos de amalgamación

Paso	Grupo	Nivel semejanza	Nivel distancia	Partición final
1	2	99,2575	0,014849	Grupo1 "CE y STD"
2	1	85,5109	0,289782	Grupo2 "pH"

Fuente: Elaborado Valero S.

En la Tabla 10 se muestra la amalgamación de las variables de salida de agua en la Planta de Tratamiento, en el primer Box (caja) se aglutinan: Conductividad Eléctrica y Sólidos Totales Disueltos con una distancia de correlación de 99,26%; mientras que la segunda caja queda únicamente el Potencial de Hidrógeno con una distancia de coeficiente de correlación de 85,51%; esto mismo, se muestra en el siguiente gráfico.

Ilustración 6.- Dendrograma parámetros físico- químicos básicos (agua que sale de la planta)



Fuente: Elaborado Valero S.

Al igual que a la entrada del agua a la Planta de Tratamiento, a la salida del agua de la Planta se obtiene que son los mismos parámetros los más discriminantes, por lo tanto desde el punto de vista de parámetro Físico químicos básicos, estos

son los indicadores de la calidad del agua a la entrada y salida de la Planta de Tratamiento.

Tabla 10.- Parámetros físico-químicos básicos “entrada y salida de La Planta”

Parámetros Básicos	Entrada	Salida	Ponderación
Cond. Eléctrica	363,52	516,91	Aumenta
Sol.Tot.Dis.	165,86	236,32	Aumenta
Potencial de hidrógeno	6,47	6,66	AUMENTA
Temp. Del Agua	27,01	27,36	Aumenta
Oxígeno Disuelto	3,63	3,36	Disminuye

Fuente: Elaborado Valero S.

De esta tabla se desprende que el proceso de digestión acaecido en el reactor de la Planta de Tratamiento altera el valor de los parámetros físico-químicos básicos todos los parámetros aumentan su valor a excepción del oxígeno disuelto el mismo que disminuye su valor de 3,63 a 3,36 mg/l.

Tabla 11 .- Análisis del afluente realizado en el Laboratorio Grupo Químico Marcos

AFLUENTE (AGUA QUE ENTRA AL SISTEMA)				
Parámetros	Resultados	Unidades	Norma Tabla 4	Ponderación
Carbonatos	<1,08	mg/l	1,5-8,5	
Cloro	<0,05	mg/l	0,01*	
Cianuro total	0,005	mg/l	0,01*	
Nitrógeno	7,84	mg/l	5,0-30	
Cloruros	16,49	mg/l	4,0-10	Fuera Norma
Fosforo	0,57	mg/l	10,0*	
Sulfatos	23,0	mg/l	1000*	
Arsénicos	<0,010	mg/l	0,1	
Cadmio	<0,010	mg/l	0,05	
Mercurio	<0,005	mg/l	0,001	
Cobre	<0,03	mg/l	0,2	
Zinc	<0,059	mg/l	2,0	
Plomo	<0,050	mg/l	5,0	
Tensoactivos	3,350	mg/l	0,5*	Fuera Norma
Aceites y Grasas	<0,44	mg/l	0,3*	Fuera Norma
Demanda Bioquímica de Oxígeno	13	mgO ₂ /l	100*	
Coliformes fecales	6,89E+6	NMP/100ml	1000	Fuera Norma
Coliformes totales	>24196000	NMP/100ml	20.000***	Fuera Norma

Fuente: Grupo Químico Marcos

*Valores correspondientes a la tabla 10 “Limites de descarga aun cuerpo de agua dulce.”

**Valores correspondientes a la tabla 2 “Criterios de calidad de efluentes de agua para consumo humano y doméstico y que para su potabilización solo requieren desinfección.”

*** Valores correspondientes a la tabla 1 “Criterios de calidad de efluentes de agua que para consumo humano y doméstico requieren tratamiento convencional”.

Tabla 12.- Análisis del efluente realizado en el Laboratorio Grupo Químico Marcos

EFLUENTE (AGUA QUE ENTRA AL SISTEMA)				
Parámetros	Resultados	Unidades	Norma Tabla 4	Ponderación
Carbonatos	12,00	mg/l	1,5-8,5	Fuera Norma
Cloro	<0,05	mg/l	0,01*	
Cianuros total	0,003	mg/l	0,01*	Fuera Norma
Nitrógeno	10,64	mg/l	5,0-30	
Cloruros	17,75	mg/l	4,0-10	Fuera Norma
Fosforo	1,48	mg/l	10,0*	
Sulfatos	19,9	mg/l	1000*	
Arsénicos	<0,010	mg/l	0,1	
Cadmio	<0,010	mg/l	0,05	
Mercurio	<0,005	mg/l	0,001	
Cobre	<0,03	mg/l	0,2	
Zinc	<0,059	mg/l	2,0	
Plomo	<0,050	mg/l	5,0	
Tensoactivos	0,128	mg/l	0,5*	
Aceites y Grasas	0,60	mg/l	0,3*	Fuera Norma
Demanda Bioquímica de Oxígeno	17	mgO ₂ /l	100*	
Coliformes fecales	1,29E+6	NMP/100ml	1000	Fuera Norma
Coliformes totales	>2419600	NMP/100ml	20.000***	Fuera Norma

Fuente: Grupo Químico Marco

*Valores correspondientes a la tabla 10 “Límites de descarga aun cuerpo de agua dulce.”

**Valores correspondientes a la tabla 2 “Criterios de calidad de efluentes de agua para consumo humano y doméstico y que para su potabilización solo requieren desinfección.”

*** Valores correspondientes a la tabla 1 “Criterios de calidad de efluentes de agua que para consumo humano y doméstico requieren tratamiento convencional”.

Tabla 13.- Parámetros que se encuentran Fuera de La Norma Ambiental (TULSMA)

Parámetro	U. Medida	Afluente	Efluente	Ponderación
Carbonatos	mg/l	<1,08	12,00	Aumenta
Cianuro Total	mg/l	0,005*	0,003*	Disminuye
Cloruros	mg/l	16,49	17,75	Aumenta
Mercurio	mg/l	<0,005	<0.005	Se mantiene
Tensoactivos	mg/l	3,350*	0,128*	Disminuye
Aceites y Grasas	mg/l	<0,44*	0,60*	Aumenta
Coliformes fecales	NMP/100ml	6,89E+6	1,29E+6	Disminuye
Coliformes totales	NMP/100ml	>24196000***	>2419600***	Se mantiene

Fuente: Elaborado Valero S.

*Valores correspondientes a la tabla 10 “Límites de descarga aun cuerpo de agua dulce.”

**Valores correspondientes a la tabla 2 “Criterios de calidad de efluentes de agua para consumo humano y doméstico y que para su potabilización solo requieren desinfección.”

*** Valores correspondientes a la tabla 1 “Criterios de calidad de efluentes de agua que para consumo humano y doméstico requieren tratamiento convencional”.

De la Tabla 14 se puede deducir que algunos parámetros aumentan su valor después del proceso de digestión en el cárcamo (digestor) lo que significa que la acción de las bacterias (nombre de bacterias) En el tiempo de retención hidráulica que es de 72 horas no es suficiente para degradar todos los parámetros que constan en la tabla; en el caso del mercurio (metal pesado) su valor se mantiene por cuanto el digestor no está diseñado para eliminar metales pesados.

Algunos de los parámetros aumentan su valor en el tiempo de permanencia en el digestor; lo que significa que en las 72 horas de permanencia del agua en el digestor, las bacterias en el proceso de degradación de la materia orgánica producen una mezcla más o menos homogénea del agua y sus componentes y por lo tanto en la salida de la planta de tratamiento el agua está más homogenizada y por lo tanto la muestra tomada para este análisis fue más representativa que la de la entrada a la planta de tratamiento.

Tabla 14.- Valores típicos de afluentes en aguas residuales Municipales para pequeñas poblaciones

Parámetro	Pequeña Poblaciones	Afluyente La Esperanza
CAPITA/DIA	400	100
DBO5	190	13
N TOTAL	40	7,84
P TOTAL	10	0,57
COBRE	0.14	<0,03
CADMIO	0.003	<0,010
PLOMO	0.05	<0,050
ZINC	0.19	<0,059

FUENTE: Adaptado de (Glym & Heike, 1999)

4.2 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Las hipótesis planteadas en esta investigación fueron:

H_0 = “Las aguas tratadas de la planta de aguas residuales la Esperanza cumplen con la normativa ambiental; por lo tanto puede ser utilizada en el riego agrícola”;
y,

H_1 = “Las aguas tratadas de la planta de aguas residuales la Esperanza no cumplen con la normativa ambiental; por lo tanto no puede ser utilizada en el riego agrícola”.

De la tabla No. 4 se desprende que todos los parámetros físico-químicos básicos excepto el potencial de hidrógeno, se encuentran fuera de la norma; de la tabla No. 14 Se puede apreciar que: carbonatos, cianuro total, cloruros, aceites y grasas, coliformes fecales y coliformes totales, se encuentran por encima de la norma. Por lo tanto se acepta la hipótesis Alternativa que dice: “Las aguas tratadas de la planta de aguas residuales la Esperanza no cumplen con la normativa ambiental; por lo tanto no puede ser utilizada en el riego agrícola”.

4.3 Establecer la aptitud del agua del efluente de la que se dispondría, así como su forma de utilización.

De este cuadro se desprende que la disponibilidad de agua por mes es 6505.92m³; de acuerdo a las técnicas de riego el requerimiento de agua se determina por métodos indirectos aplicando la metodología de Thornthwaite and Mather; el parámetro indicador del requerimiento hídrico es la ETP corregida que para nuestro caso corresponde a:

Tabla 15.- Evapotranspiración potencial sector La Esperanza

Pto Ila	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pto Ila	411.9	491.4	472.4	534.3	204.9	86.2	63.8	33.5	71.6	58.1	76.9	191.8
PICHILINGUE	497.1	431.3	406.6	420.5	169.5	43.2	33.2	11.9	27.5	23.5	71.9	133.3
Gradiente	-0.5	0.4	0.4	0.7	0.2	0.3	0.2	0.1	0.3	0.2	0.0	0.3
P- Esperanza	447.0	466.6	445.3	487.4	190.3	68.5	51.2	24.6	53.4	43.9	74.9	167.7
ETP- La Esperanza	120.3	113.4	134.1	129.7	126.2	106.3	97.3	96.1	104.4	110.6	112.5	123.0

Fuente: Elaborado Valero S.

En la tabla 16 la ETP-La Esperanza es de 1373.9 mm por año (1373.9 dm³/m² x año), entendiéndose a esta cantidad como la que se evapora del suelo + lo que transpiran las plantas. En el caso de que existiera ausencia total de lluvia, la planta de tratamiento abastecería para el riego de: 14.4 ha. De cultivos en general. Tal como se desprende del siguiente cuadro:

Tabla 16.- Abastecimiento de riego para cualquier cultivo

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación La Esperanza	447.0	466.6	445.3	487.4	190.3	68.5	51.2	24.6	53.4	43.9	74.9	167.7
ETP La Esperanza	120.3	113.4	134.1	129.7	126.2	106.3	97.3	96.1	104.4	110.6	112.5	123.0
Pp- ETP mm	326,7	353,2	311,2	357,7	64,1	-37,8	-46,1	-71,5	-51,0	-66,7	-37,6	44,8
Pp- ETP m ³	3267.0	3532.2	3112.3	3577.5	640.8	-377,6	46.07	714.9	-510.1	-667.5	-375.9	447,6
Planta tratam para cualquier cultivo (Ha.)	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4

Fuente: Elaborado Valero S.

El requerimiento hídrico del banano es de 1800 mm./año: lo que equivale a 150 mm/mes o lo que es lo mismo 1500 m³/mes ha., o 50m³/día ha., por lo que la planta podría abastecer a: 8.7 ha de banano.

TABLA 17.- Abastecimiento de Riego para Musáceas

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Planta tratam m ³	12985,92	12985,92	12985, 92	12985,9 2								
Planta tratam- musáceas ha	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
Planta tratam+ (pp- ETP)m ³	16252, 9	16518. 1	1609 8,2	1656 3,4	1362 6,7	1260 8,3	1252 5,2	1227 1,0	1247 5,9	1231 8,4	1261 0,1	13433 .5
Planta tratam+ (pp- ETP)m ³ - musáceas ha	10,8	11,0	10,7	11,0	9,1	8,4	8,4	8,2	8,3	8,2	8,4	9,0

Fuente: Elaborado Valero S.

Si tomamos en cuenta el flujo anual de la precipitación en la Esperanza + el aporte de agua de la planta de tratamiento tendremos que podríamos regar entre 8,2 y 11,0 ha. De musáceas. (Riego seguro)

4.4 DISCUSIÓN

Las aguas residuales procedentes de EDAR tratadas a partir de un sistema de lodos residuales en una comunidad de alrededor de 35000 habitantes en Palamós, provincia de Gerona Cataluña, España, se obtienen los siguientes parámetros físico químicos y microbiológicos del efluente secundario: pH entre 7,12 y 7.85; Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) entre 1017 y 3576; Oxígeno Disuelto (mg/l) entre 4 y 8.9; DBO₅ (mg/l) entre 5 y 30; Coliformes Fecales (Ulog/100ml) entre 3.69 y 5.53; estos parámetros fueron obtenidos mediante la utilización del Standard Methods; mientras que los resultados obtenidos en el efluente de la planta de tratamiento “La esperanza” corresponde a: pH 6,66; Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 516,91; Oxígeno Disuelto (mg/l) 3,36; DBO₅ (mg/l) 17; Coliformes Fecales (Ulog/100ml) 6,11; si se compara los resultados

obtenidos en Palamós y los resultados obtenidos en la planta de tratamiento de aguas residuales La Esperanza se puede observar que: el pH, Conductividad Eléctrica, y el Oxígeno Disuelto presenta valores inferiores a los obtenidos en Palamós mientras que los valores de coliformes fecales en la planta La Esperanza son mayores que en Palamós (Orozco, Pérez, & González, 2011).

Según Orozco et al., 2011 los filtros de arena son un sistema de tratamiento que se emplea en pequeños núcleos de población; tienen un funcionamiento semejante a la aplicación directa al terreno de un agua residual.

Consiste en unos lechos de arena, de un espesor de 60-90 cm, depositados sobre una capa inferior de grava, en la que se sitúan las tuberías de drenaje que recogen el agua depurada.

El agua residual se distribuye por la parte superior del lecho de forma intermitente, para no saturarlo y poder mantener condiciones aerobias en el mismo. En este sistema la depuración consiste en la retención de partículas en suspensión en el filtro, y un proceso de depuración biológica llevado a cabo por los microorganismos que se desarrollan en lecho, de una forma similar a la de un lecho bacteriano convencional.

Si se quiere utilizar las aguas de efluentes de plantas de tratamientos en riego, algunos de los contaminantes químicos o microbiológicos presentes en esta agua residual pueden afectar la salud de los consumidores si la recarga se lleva a cabo de forma aleatoria y sin la adecuada planificación. La regeneración de aguas residuales, es necesaria ya que el agua sin regenerar conlleva peligros, y por tanto la administración del agua regenerada debe implicar un análisis de riesgo; según *Groundwater in Mediterranean Countries*, para asegurar que el uso de agua residual tratada en la recarga de acuífero no produzca efectos perjudiciales para la salud principalmente humana, hay que aplicar métodos de control de los aspectos críticos que permitan la protección de la salud. (Instituto Geológico Minero de España, 2006).

Una de las cosas que hay que tomar en cuenta para la depuración y la reutilización de aguas residuales, es que el riesgo cero no existente, por lo tanto se debe trabajar con riesgos aceptables (Arnold, Froiman , & Blouin, 2001). En consecuencia hay que conseguir las herramientas que reduzcan el riesgo hasta la categoría de aceptable.

Puesto que la aceptabilidad es un término social, las estrategias de comunicación son básicas para conseguirla. En la reutilización el riesgo aparece de la presencia de microorganismos patógenos y de contaminantes físico químicos. (Chang & Asano, 1995).

Los tratamientos de regeneración incluyen una fase de desinfección, y unos tratamientos previos a esta. No obstante, se debe evitar los subproductos de desinfección, debido a la generación de residuos o bien, conseguir que se genere cantidades mínimas de los mismos (Crook, 1996) .

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. A partir de la determinación de la calidad y cantidad del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la parroquia La Esperanza, y de los resultados obtenidos en el primer y segundo objetivo específico se propone un plan de aprovechamiento para riego agrícola de los efluentes tratados.
2. El flujo de entrada y de salida de agua en la planta de tratamiento “La Esperanza”, es continuo y tiene un caudal de $2.51\text{dm}^3/\text{s}$.
3. De los parámetros físico químicos básicos medidos a la entrada y a la salida del agua del sistema de tratamiento se puede notar que el Oxígeno Disuelto es el parámetro que se encuentra fuera de la norma siendo 3.63mg/l a la entrada del sistema y 3.36mg/l a la salida del sistema.
4. De acuerdo al diagrama de clúster los parámetros físicos químicos básicos más discriminantes son la Conductividad Eléctrica y los Sólidos Totales Disueltos con una distancia de correlación de 99.99%.
5. El monitoreo de los parámetros físico químicos básicos muestra que los siguientes parámetros aumentan a la salida del sistema, conductividad eléctrica $363,52\mu\text{S}$ a $516,91\mu\text{S}$, los sólidos totales disueltos de $165,86\text{ mg/}$ a $236,32\text{ mg/}$, potencial de Hidrogeno de $6,47$ a $6,66$ y Temperatura de 27.01°C a 27.36°C mientras que el oxígeno disuelto disminuye de $3,63$ a $3,36$.
6. De los análisis bioquímicos efectuados en el Laboratorio Grupo Químico Marcos y que se encuentran por debajo de la norma, al comparar los datos de entrada y de salida del sistema se puede notar que los siguientes parámetros aumentan su valor: Carbonatos de <1.08 a 12.0 , Cloruros de

16046 a 17075 Aceites y Grasas de <0.44 a 0.60; mientras que el Cianuro Total disminuye de 0.005 a 0.003, los Tenso-activos de 3.350 a 0.128; y, los Coliformes Fecales de 6690000 a 1290000; el Mercurio mantiene su valor de <0.005; y los Coliformes Totales también mantienen su valor >24196000.

5.2 RECOMENDACIONES

1. A la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Quevedo para que implemente el Filtro y lograr reducir, tal como indica la norma los valores de los parámetros del efluente de la Planta de Tratamiento La Esperanza (carbonatos, cianuro total, cloruros, mercurio, Tensoactivos, Aceites y Grasas, Coliformes Fecales, y, Coliformes Totales), como propuesta de esta investigación.
2. Al Gobierno Provincial, para que tenga en cuenta el “Plan de aprovechamiento para riego agrícola de los efluentes tratados en la planta de aguas residuales de la parroquia la esperanza”.
3. A las autoridades responsabilizadas de Consejo Provincial de Los Ríos para que ponga en práctica la propuesta realizada en esta investigación.

5.3 Plan de aprovechamiento para Riego Agrícola de los Efluentes tratados en la Planta de Aguas Residuales de la Parroquia La Esperanza

En base a los resultados obtenidos del aforo de gasto líquido que consta en la tabla 3 y es de 2,51 dm³/s., se procedió a diseñar un filtro grueso dinámico a ser implementado a la salida del digestor Imhoff con la finalidad de bajar al máximo los valores de los siguientes parámetros: cianuro total, cloruros mercurio, coliformes totales y fecales, aceites y grasas y, tensoactivos.

5.3.1 Ventajas y restricciones de la implementación del filtro

5.3.1.1 Ventajas

Como se describe a continuación las ventajas de ese tipo de tratamiento hacen que sea especialmente indicado para zonas rurales.

La filtración lenta d arena tiene muchas ventajas:

- Mejora simultánea en la calidad física, química y bacteriológica del agua.
- No se necesitan compuestos químicos.
- El proceso de filtración es llevado a cabo por gravedad; no hay otras partes mecánicas que precisen de energía para funcionar.
- No hay cambios organolépticos en la calidad del agua.
- Sencillo diseño y bajo costo en los materiales.
- El mantenimiento es muy conveniente que sea asumido por la comunidad, ya que es una tarea que se debe hacer para que el filtro funcione correctamente.
- No existe la posibilidad de contaminar cursos de agua cercanos, ya que no se utilizan elementos químicos.

5.3.1.2 Restricciones

El filtro lento solo no debe operar con aguas con turbiedades mayores a 20 o 30 UNT, esporádicamente se pueden aceptar de 50 a 100 UNT.

La eficacia de esta unidad se reduce a temperaturas inferiores a los 4°C.

La presencia de biocidas o plaguicidas en el afluente pueden modificar o destruir el proceso microbiológico que sirve de base a la filtración lenta.

Existen algunos casos en los que se tiene que estudiar más detalladamente la utilización de este sistema para mejorar la calidad del agua a tratar e incluso descartarlo.

Estos son los siguientes:

- En los casos en los que es limitado el acceso a arena apta para el filtro. También puede suceder que se deba comprar la arena y resulte excesivamente cara.
- En países donde haya un desarrollo tecnológico elevado en la construcción es más recomendable utilizar otro sistema.
- Si no es posible contratar mano de obra especializada, probablemente sería más recomendable implantar una limpieza automática.
- En zonas con inviernos muy fríos, se tendrán que instalar protecciones contra el frío.

- Cambios bruscos en el agua pueden producir alteraciones en el filtro.

5.3.2 Dimensionamiento del filtro grueso dinámico

- a) **Numero de filtros (N):** normalmente se considera como 2 unidades para cada caso de mantenimiento o falla de uno de los filtros.
- b) **Área total del filtro (At):** el área total del filtro se puede obtener del caudal de agua en m³/h y de la tasa de filtración.

$$\text{Área total del filtro (At)} = \frac{\text{caudal total del filtro}}{\text{tasa de filtración}}$$

$$= \frac{9,03 \text{ m}^3/\text{h}}{2 \text{ m}/\text{h}} = 4.518 \text{ m}^2$$

Dónde: área total del filtro= m²

Caudal total = m³/h

Tasa de filtración= m³/m²/h

- c) **Área del filtro de cada unidad (Af):**

$$\text{Área total del filtro de cada unidad (Af)} = \frac{\text{área total del filtro (At)}}{\text{Número de unidades (N)}}$$

$$= \frac{4.518}{2} \text{ m}^2 = 2.26 \text{ m}^2$$

d) Caudal del filtro (Qf):

$$\begin{aligned}\text{Caudal del filtro (Qf)} &= \frac{\text{caudal total del filtro (Qt)}}{\text{Numero de unidades (N)}} = \frac{9.036 \frac{m^3}{h}}{2} \\ &= 4.52m^3/h\end{aligned}$$

e) Caudal total (Qt):

$$\text{caudal total (Qt)} = Q_{md} + R * Q_{md} = 9.036 + 2(9.036) = 27.12m^3/h$$

$$(R = \text{razon de flujo} = 2)$$

f) Caudal de diseño (Qd):

$$\begin{aligned}\text{Caudal de diseño} &= \frac{\text{caudal total (Qt)}}{\text{Numero de unidades (N)}} = \frac{27.12 \frac{m^3}{h}}{2} \\ &= 13.56m^3/h\end{aligned}$$

g) Caja de filtro:

- Relación largo/ancho: $M = L/b$,

ambos en (m)

$$\text{Dónde, } b = (AF/N)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{2.26}{2}\right)^{0.5} = 1.1 \approx 1.20 m$$

$$L_f = L * 1.2 \text{ longitud de la caja de filtro} = L \times 1.20 = 2.$$

$$26 \times 1.20 = 2.72 \approx 2.80m$$

El valor de la caja de recuperación de arena (que debe ser 1/5 (20%) de la longitud del filtro) se debe sumar al valor de L.

$$\frac{1}{5} = 20\% \text{ de longitud del filtro} = 0.54 \text{ m} \approx 0.60 \text{ m.}$$

Pared de la caja de filtro será:

Hf: altura de la pared de caja en metros:

Hls: altura del lecho de soporte (0.3m. de grava gruesa y fina 20-10 mm.)

Hlf: altura de lecho de arena (0.7m. arena gruesa 1-2 mm.)

Hbl: altura borde libre (0.2m)

$$Hf = Hls + Hlf + Hbl$$

$$Hf = 0.30 + 0.70 + 0.20 = 1,20 \text{ m}$$

5.3.3 Dimensiones del Filtro (Volumen)

Tabla 18.- Dimensiones del Filtro de Arena

Dimensión	U. Medida	Longitud
LARGO	m	2.80
ANCHO	m	1.20
ALTURA	m	1.20
TOTAL	m ³	4.03

Fuente: Elaborado Valero S.

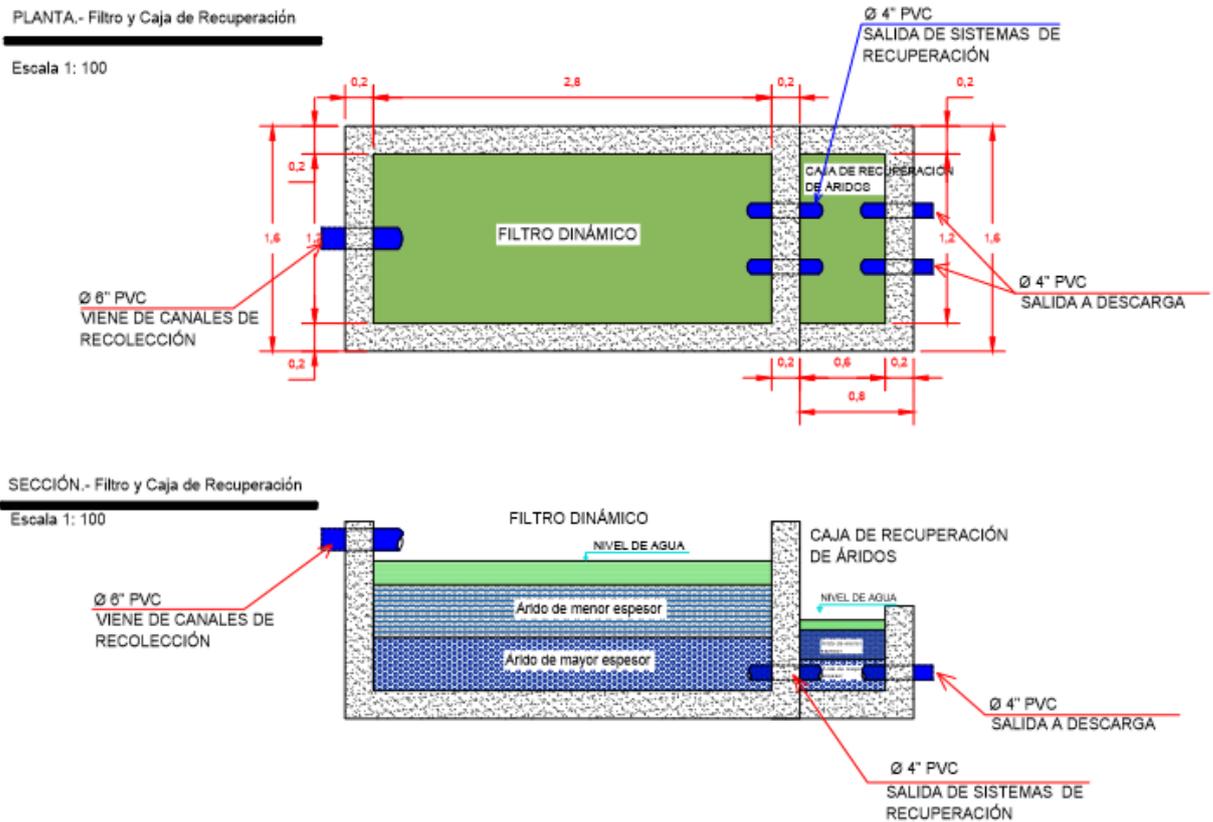
5.3.4 dimensiones de la caja de recuperación de arena (áridos)

Tabla 19.- Dimensiones de la caja de recuperación

Dimensión	U. Medida	Longitud
LARGO	m	0.60
ANCHO	m	1.20
ALTURA	m	0.60
TOTAL	m ³	0.43

Fuente: Elaboración Valero S.

Ilustración 7.- Diseño del filtro y caja de recuperación de arena de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia "La Esperanza"



Fuente: Elaborado Valero S.

5.3 COSTO

Tabla 20.- Costo de construcción para implementación de Filtros Dinámicos

Construcción - materiales y mano de obra	Cantidad	Costo por unidad (USD)	Costo Total (USD)
Excavación (m ³)	10	15,00	150,00
Hierro 12 mm (quintal)	3	48,00	144,00
Hierro 8 mm (quintal)	3	40,00	120,00
Sacos de cemento (Kg)	40	8,00	320,00
Arena (m ³)	4	15,00	60,00
Ripio (m ³)	4	10,00	40,00
Piedra bola No. 3 (m ³)	4	10,00	40,00
Tablas encofrado (unidad)	20	3,00	60,00
Cuartones (unidad)	16	2,00	32,00
Clavos (lb.)	20	0,90	18,00
Alambre amarre (lb.)	20	0,90	18,00
SUBTOTAL			1002,00
MANO DE OBRA Y DIRECCIÓN TÉCNICA			
Mano de obra (albañil) diario (jornal)	10	24,00	240,00
Mano de obra (ayudante) diario. (jornal)	10	15,00	150,00
Dirección técnica (Diseño y Construcción)	---	500,00	500,00
SUBTOTAL			890,00
MATERIAL FILTRANTE			
Arena fina de río (m ³)	2,00	15	30,00
Arena gruesa de río (m ³)	2,00	15	30,00
Grava fina (m ³)	3,00	15	45,00
Grava gruesa (m ³)	3,00	15	45,00
SUBTOTAL			150,00
TOTAL			2042,00
(SON: DOS MIL CUARENTA Y DOS DOLARES U.S.)			

Fuente: Elaborado Valero S.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1 LITERATURA CITADA

- R. Huertas; C. Marcos. (2013). Recuperado el 24 de Noviembre de 2014, de *guía práctica para la Depuración de Aguas Residuales en pequeñas poblaciones*
.:www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=nArZVIWQLsfAqAWL7YDABQ&gws_rd=ssl#q=gu%C3%Ada+pr%C3%A1ctica+para+la+deuraci%C3+n+de+aguas+residuales+en+peque%C3%B1as+poblaciones
- Barrenechea. (2000). *aspectos Físico-químicos de la calidad del agua*. Recuperado el 9 de febrero de 2015, de www.bvsde.ops-oms.org/bvsatr/fultex/tratamiento/manual/tomol/uno.pdf
- Constitución Política de la República del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). *Asamblea Nacional*. Recuperado el 14 de Octubre de 2014, de http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Eco, U. (1986). *Tratado de Semiótica General*. Barcelona: Liber Duplex S.A.
- FIDA, & FAO. (2006). *El agua para la alimentación, agricultura y los medios de vida rurales*. Recuperado el 4 de febrero de 2015, de *El agua una responsabilidad compartida. 2º informe de las Naciones Unidas*: www.unesco.org/water/wwap/index_es.shtml.
- Guzman, V., & Narvaez, R. (2010). *Línea Base para el monitoreo de la Calidad de Agua para Riego en la demarcación hidrográfica del guayas*. Recuperado el 8 de febrero de 2015, de www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Linea-Base-DHG.pdf
- Orozco, C., Perez, A., & Gonzalez, M. N. (2011). *Contaminación Ambiental. Una Visión desde la Química*. Madrid: Thomson; Paraninfo S.A.
- Ramos, P. (2002). *Avances en calidad Ambiental*. Salamanca: Universidad de Salamanca.

Salkind , N. J. (1999). *Métodos de Investigación*. Mexico: Prenteci Hall HISPANOAMERICA S.A.

Serrano. (2003). *Introducción al Análisis de Datos Experimentales: tratamiento de datos en bioensayos*. Castellón: Universitat Jaume.

Tena, & Turnbull, B. (1994). *Manual de Investigación Experimental*. Mexico: Plaza y Vázquez.

Vallejo, g. (1992). *Análisis Multivariante Aplicado a las Ciencias Comportamentales*. Oviedo: Universidad de Oviedo.

Curso Internacional "Gestión de Tratamiento de Aguas Residuales". (25 de Septiembre de 2002). Recuperado el 14 de Mayo de 2015, de Conferencia Sistemas de Tratamiento de aguas Residuales: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301332/CORE_2013/Actividad_8.pdf

R. Huertas; C. Marcos. (2013). Recuperado el 24 de Noviembre de 2014, de gguia practica para la Depuración de Aguas Residuales en pequeñas poblaciones ..: www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=nArZVIWQLsfAqAWL7YDABQ&gws_rd=ssl#q=gu%C3%Ada+pr%C3%A1ctica+para+la+deúraci%C3+n+de+aguas+resiuales+en+peque%C3%B1as+poblaciones

Arnold, F., Froiman , G., & Blouin, J. (2001). *Risk Concepts. Green Engineering. Environmentally Concious Design of Chemical Proceses*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Barrenechea. (2000). *aspectos Fisico-quimicos de la calidad del agua*. Recuperado el 9 de febrero de 2015, de www.bvsde.ops-oms.org/bvsatr/fultex/tratamiento/manual/tomol/uno.pdf

Calvache, W., & Duran, C. (2002). *Tratamiento de aguas: Tratamiento Primario y Parámetros Hidráulicos*. Quito: Universidad Central de ecuador.

- Chang, A., & Asano, T. (1995). *Developing Human Health - related chemical guidelines for reclaimed wastewater and sewage sludge applications in agriculture*. World Health Organization. Ginebra: Prentice Hall.
- Constitución Política de la República del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). *Asamblea Nacional*. Recuperado el 14 de Octubre de 2014, de http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Crook, J. (1996). *Water Reclamation and Reuse*. *Water Resources Handbook*. Washington: Mc Grow Hill.
- Eco, U. (1986). *Tratado de Semiótica General*. Barcelona: Liber Duplex S.A.
- FIDA, & FAO. (2006). *El agua para la alimentación, agricultura y los medios de vida rurales*. Recuperado el 4 de febrero de 2015, de El agua una responsabilidad compartida. 2° informe de las Naciones Unidas: www.unesco.org/water/wwap/index_es.shtml.
- Glym, H., & Heike, G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. Mexico: Prentice Hall HISPANOAMERICA.
- Guzman, V., & Narvaez, R. (2010). *Linea Base para el monitoreo de la Calidad de Agua para Riego en la demarcación hidrográfica del guayas*. Recuperado el 8 de febrero de 2015, de www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Linea-Base-DHG.pdf
- Orozco, C., Perez, A., & Gonzalez, M. N. (2011). *Contaminación Ambiental. Una Visión desde la Química*. Madrid: Thomson; Paraninfo S.A.
- Ramos, P. (2002). *Avances en calidad Ambiental*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Salkind, N. J. (1999). *Métodos de Investigación*. Mexico: Prentice Hall HISPANOAMERICA S.A.
- Serrano. (2003). *Introducción al Análisis de Datos Experimentales: tratamiento de datos en bioensayos*. Castellón: Universitat Jaume.

Tena, & Turnbull, B. (1994). *Manual de Investigación Experimental*. Mexico: Plaza y Vázquez.

Vallejo, G. (1992). *Análisis Multivariante Aplicado a las Ciencias Comportamentales*. Oviedo: Universidad de Oviedo.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

7.1 ANEXOS

1.3.1 ANEXO 1.- Aforo de Gasto Líquido

FECHA	CAUDAL DE ENTRADA	CAUDAL DE SALIDA
7	2.53	2.54
8	2.5	2.53
9	2.51	2.54
10	2.5	2.49
11	2.51	2.5
12	2.49	2.5
13	2.5	2.47
14	2.49	2.48
15	2.5	2.54
16	2.52	2.5
17	2.51	2.47
18	2.52	2.48
19	2.53	2.51
20	2.5	2.52
PROMEDIO	2.51	2.51

ANEXO 2.- Análisis parámetros In Situ

ENTRADA					
	C.E.	STD	pH	Temp	O.D.
1	160	72	6.2	26	4.398
2	182.4	83	6.2	25.2	5.0092
3	203	94	6.2	26	4.398
4	214	98	6.3	26.2	4.2452
5	213	97	6.3	26.4	4.0924
6	208	98	6.2	26.8	3.7868
7	218	100	6.3	26.8	3.7868
8	520	236	6.5	27.8	3.0228
9	510	234	6.5	27.6	3.1756
10	511	233	6.6	27.2	3.4812
11	512	233	6.5	27.2	3.4812
12	507	233	6.6	27	3.634
13	508	232	6.6	27	3.634
14	512	234	6.9	26.8	3.7868
Suma	7997.40	3649.00	142.30	594.20	79.80
Prom	363.52	165.86	6.47	27.01	3.63

SALIDA					
	C.E.	STD	pH	Temp	O.D.
1	502	231	6.6	26.4	4.0924
2	503	230	6.4	27.6	3.1756
3	503	229	6.5	27.4	3.3284
4	501	230	6.5	27	3.634
5	504	229	6.6	27.2	3.4812
6	505	229	6.7	26.8	3.7868
7	504	229	6.7	27	3.634
8	517	235	6.7	27.2	3.4812
9	513	236	6.7	27.4	3.3284
10	512	234	6.7	27	3.634
11	512	235	6.7	27	3.634
12	508	233	6.6	27.2	3.4812
13	511	234	6.4	27.2	3.4812
14	511	234	6.7	26.8	3.7868
Suma	11372.00	5199.00	146.60	602.00	73.84
Prom.	516.91	236.32	6.66	27.36	3.36

Anexo 3.- Parámetros físico químico (Afluente y efluente)

		INFORME DE ENSAYOS No. 46879-1		LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL OAE CON ACREDITACION OAE LE 30 05-031		
CHINGA PANTA CARLOS ANIBAL Representante Legal: CHINGA PANTA CARLOS ANIBAL AV. CESAR RUPERTI DUEÑAS S/N Sucre, Tel. 0982823645 Atención: Bijo. Carlos Chinga Tipo de Industria						
Guayaquil, 9 DE ABRIL DEL 2015						
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 25/03/15 12:16 Los Ríos - Parroquia la Esperanza. Fecha y Hora de Recepción: 26/03/15 15:46 Punto e identificación de la Muestra: Entrada al reactor (Afluente). Norma Técnica de muestreo: PG/GQM/09 - Agua Matriz de la muestra: AGUA RESIDUAL DOMESTICA Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA Muestreador: LT Tipo de Muestreo: Simple Coordenadas Geográficas: 17M0675075 - 9798052 Temperatura de muestreo: 27,8 °C		GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA LA ASISTENCIA DE ESTE SE. LO INVAJIDA OR GEN DEL INFORME DE RESULTADO NC2201-07				
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:		Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
Carbonatos (1)		< 1,08	---	mg/l	2320 B	30/03/15 KV
Cloro Total (1)		< 0,05	---	mg/l	4500 Cl G	27/03/15 JV
INORGANICOS NO METALES:		Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
Cloruro Total (1)		0,005	---	mg/l	4500-CN C	30/03/15 JV
Nitrogeno total (1)		7,84	---	mg/l	4500 N C	02/04/15 JV
Cloruros		16,49	1,65	mg/l	PEE-GQM-FQ-08	31/03/15 KV
Fosforo Total (1)		0,57	---	mg/l	4500 P	27/03/15 JV
Sulfatos		23,0	1,96	mg/l	PEE-GQM-FQ-28	27/03/15 JV
METALES:		Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
Arsenico (4)		< 0,010	---	mg/l	PEE/ANNCY/74	31/03/15 LS3
Cadmio (4)		< 0,010	---	mg/l	PEE/ANNCY/74	31/03/15 LS3
Mercurio (4)		< 0,005	---	mg/l	PEE/ANNCY/80	31/03/15 LS3
Cobre (3)		< 0,03	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-19	02/04/15 JV
---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition		
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible			
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM			
1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano 2: Parámetros subcontratados no acreditados 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.oae.gob.ec						
Zinc (3)		< 0,059	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-24	30/03/15 JV
Plomo (4)		< 0,050	---	mg/l	PEE/ANNCY/74	31/03/15 LS3
AGREGADOS ORGANICOS:		Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
Tensioactivos-Detergentes (3)		3,350	0,777	mg/l	PEE-GQM-FQ-21	27/03/15 KV
Aceites y Grasas (3)		< 0,44	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-03	27/03/15 ER
Demanda Bioquímica de Oxígeno		13	0,91	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-05	26/03/15 AL
MICROBIOLOGIA:		Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
Coliformes Fecales-NMP (1)		6.89E+6	---	NMP/100ml	PEE-GQM-MB-38	25/03/15 KV
Coliformes Totales-NMP (3)		> 24196000	---	NMP/100ml	PEE-GQM-MB-38	25/03/15 KV
---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition		
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible			
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM			
1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano 2: Parámetros subcontratados no acreditados 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.oae.gob.ec						
Q. F. FERNANDO MARCOS V. Director Técnico				D.F. LAURA YANQUI M. Coordinadora de calidad		
Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas. Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M. Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.						
Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653 www.grupoquimicomarcos.com Guayaquil - Ecuador						

MC2201-07

Pág. 2 de 1

CHINGA PANTA CARLOS ANIBAL

Representante Legal: CHINGA PANTA CARLOS ANIBAL
AV. CESAR RUPERTI DUEÑAS S/N
Sucre, Tel. 0982823645
Atención: Bijo. Carlos Chinga
Tipo de Industria:

Guayaquil, 9 DE ABRIL DEL 2015

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 25/03/15 12:25 Los Ríos - Parroquia la Esperanza.
Fecha y Hora de Recepción: 26/03/15 15:46
Punto e Identificación de la Muestra: Salida del reactor (Efluente).
Norma Técnica de muestreo: PG/GQM/09 - Agua
Matriz de la muestra: AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Muestreador por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: LT
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0675086 - 9793040 Temperatura de muestreo: 28,3 °C

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Carbonatos (1)	12,00	---	mg/l	2320 B	30/03/15 KV
Cloro Total (1)	< 0,05	---	mg/l	4500 Cl G	27/03/15 JV

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES:					
Clasuro Total (1)	0,003	---	mg/l	4500-CN C	30/03/15 JV
Nitrogeno total (1)	10,64	---	mg/l	4500 N C	02/04/15 JV
Cloruros	17,75	1,78	mg/l	PEE-GQM-FQ-08	31/03/15 KV
Fosforo Total (1)	1,48	---	mg/l	4500 P	27/03/15 JV
Sulfatos	19,9	1,69	mg/l	PEE-GQM-FQ-28	27/03/15 JV

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Arsenico (4)	< 0,010	---	mg/l	PEE/ANNCY/74	31/03/15 LS3
Cadmio (4)	< 0,010	---	mg/l	PEE/ANNCY/74	31/03/15 LS3
Mercurio (4)	< 0,005	---	mg/l	PEE/ANNCY/80	31/03/15 LS3
Cobre (3)	< 0,03	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-19	02/04/15 JV

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

Zinc (3)	< 0,059	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-24	30/03/15 JV
Piomo (4)	< 0,050	---	mg/l	PEE/ANNCY/74	31/03/15 LS3

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS:					
Tensoactivos-Detergentes (3)	0,128	0,030	mg/l	PEE-GQM-FQ-21	27/03/15 KV
Aceites y Grasas (3)	0,60	0,05	mg/l	PEE-GQM-FQ-03	27/03/15 ER
Demanda Bioquímica de Oxígeno	17	1,19	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-05	26/03/15 AL

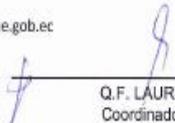
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
MICROBIOLOGIA:					
Coliformes Fecales-NMP (1)	1.29E+6	---	NMP/100ml	PEE-GQM-MB-38	25/03/15 KV
Coliformes Totales-NMP (3)	> 2419600	---	NMP/100ml	PEE-GQM-MB-38	25/03/15 KV

LS3 = Resultado proporcionado por ANNCY Código OAE LE 20 05-002

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

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.oae.gob.ec


Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Anexo 4.- Tablas de Precipitación y Temperatura

PICHILINGUE- TEMPERATURA									
AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1990	184	558.9	226	218.1	42	25.5	7.9	0	0.8
1991	292.6	653.2	352.9	250.1	46.6	8.1	1.1	0.3	0.8
1992	543	443.4	688.2	831.1	363.9	92.1	21	0.9	7.3
1993	25.3	25.2	26.2	26.4	26.5	25.2	24.6	23.9	24.5
1994	441.2	426.8	376.5	319.7	76.3	13	0.2	0.1	2.7
1995	439.8	266.6	192.6	475.4	66.4	15.1	19.2	9	2.1
1996	280.3	481.7	436.3	432	16.3	3	12.3	8.1	0.3
1997	256.1	411.5	485.8	378.1	385	267.9	345.5	116.8	388.1
1998	1012	699	1072	775.2	713.3	284.2	130.7	7.3	6.1
1999	135.3	569.3	750.5	395.5	371.6	5.8	5.6	1	99.9
2000	239.9	281.2	473.7	430.2	153.1	23.4	0.3	2.5	7.7
2001	618.1	288.2	192.9	507.1	188.5	1.5	2.5	0	1.1
2002	145.3	540.1	691.3	627.3	190	12.9	2.8	0.6	1.9
2003	446.6	386.7	269.1	344.4	170.4	23.6	34.8	8.8	1.1
2004	238.5	204.2	355.9	284.1	240.2	12.4	5.1	2	18.1
2005	227	245.7	192.5	462	6.2	0.9	3.7	0.5	2
2006	263.5	629.5	485	144.7	32.8	17.1	5.9	9.2	11.2
2007	242.9	272.9	371.2	407.6	116.8	29.7	19.8	0.7	0.5
2008	535.3	489.6	292.7	320.5	141.7	8.8	7.8	67.2	10.8
2009	301.5	288.4	381.1	201	140	13.5	1.4	0.6	0.3
2010	399	835.3	489.1	694.4	231.9	18.7	31.8	1.5	13.8
2011	3669.6	490.5	144.1	725.7	9.9	48.4	47.3	1.1	4.2
SUMA	10936.8	9487.9	8945.6	9250.6	3729.4	950.8	731.3	262.1	605.3
MEDIA	497.1	431.3	406.6	420.5	169.5	43.2	33.2	11.9	27.5
SUMA	558.2	565.5	577.2	550.2	540.8	538.91	499.2	497.3	539.3
MEDIA	25.4	25.7	26.2	26.2	25.8	24.5	23.8	23.7	24.5
Esperanza	25.3	25.6	26.1	26.1	25.6	24.4	23.7	23.6	24.4

Índice i	11.61755	11.84935	12.2241	12.19835	11.8829	11.01254724	10.52101	10.46016	11.02467
a	3.23635356								
c	0.00334399								
ETP´	115.7	120.7	129.0	128.4	121.4	103.2	93.6	92.4	103.4
K	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.03	1.04	1.04	1.01
Etp corregida	120.3	113.4	134.1	129.7	126.2	106.3	97.3	96.1	104.4

PICHILINGUE – PRECIPITACIÓN									
AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1990	184	558.9	226	218.1	42	25.5	7.9	0	0.8
1991	292.6	653.2	352.9	250.1	46.6	8.1	1.1	0.3	0.8
1992	543	443.4	688.2	831.1	363.9	92.1	21	0.9	7.3
1993	25.3	25.2	26.2	26.4	26.5	25.2	24.6	23.9	24.5
1994	441.2	426.8	376.5	319.7	76.3	13	0.2	0.1	2.7
1995	439.8	266.6	192.6	475.4	66.4	15.1	19.2	9	2.1
1996	280.3	481.7	436.3	432	16.3	3	12.3	8.1	0.3
1997	256.1	411.5	485.8	378.1	385	267.9	345.5	116.8	388.1
1998	1012	699	1072	775.2	713.3	284.2	130.7	7.3	6.1
1999	135.3	569.3	750.5	395.5	371.6	5.8	5.6	1	99.9

2000	239.9	281.2	473.7	430.2	153.1	23.4	0.3	2.5	7.7
2001	618.1	288.2	192.9	507.1	188.5	1.5	2.5	0	1.1
2002	145.3	540.1	691.3	627.3	190	12.9	2.8	0.6	1.9
2003	446.6	386.7	269.1	344.4	170.4	23.6	34.8	8.8	1.1
2004	238.5	204.2	355.9	284.1	240.2	12.4	5.1	2	18.1
2005	227	245.7	192.5	462	6.2	0.9	3.7	0.5	2
2006	263.5	629.5	485	144.7	32.8	17.1	5.9	9.2	11.2
2007	242.9	272.9	371.2	407.6	116.8	29.7	19.8	0.7	0.5
2008	535.3	489.6	292.7	320.5	141.7	8.8	7.8	67.2	10.8
2009	301.5	288.4	381.1	201	140	13.5	1.4	0.6	0.3
2010	399	835.3	489.1	694.4	231.9	18.7	31.8	1.5	13.8
2011	3669.6	490.5	144.1	725.7	9.9	48.4	47.3	1.1	4.2
SUMA	10936.8	9487.9	8945.6	9250.6	3729.4	950.8	731.3	262.1	605.3
MEDIA	497.1	431.3	406.6	420.5	169.5	43.2	33.2	11.9	27.5

PUERTO ILA- TEMPERATURA									
AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1990	24.8	0	25.5	25.2	24.8	24.2	23.6	23.2	0,0
1991	25	25.3	25.7	25.7	25.5	24	23.4	23.1	23.4
1992	24.7	25.1	25.8	25.8	25.5	24.6	23.2	23.3	23.1
1993	24.5	24.5	25.4	25.7	25.5	24.7	23.8	23.3	23.6
1994	24.1	24.4	26.6	24.9	24.6	23.5	22.6	22.6	24.1
1995	24.8	25	25.5	25.3	24.9	24.4	23.4	23	23.8
1996	25	25.6	26.1	25.8	25.3	23.5	23.1	23.9	25.2
1997	25.2	25.6	26.4	26.2	26.6	26.4	26,3	25,9	26.2
1998	26.5	26.7	26.7	26.8	26.6	25.7	24.7	24.1	24
1999	24.4	24.5	25.2	25.1	25	23.3	22.8	22.9	23.2
2000	23.9	24.4	24.9	25.3	24.4	23.5	22.9	23.1	23.2
2001	24.4	25.1	25.7	26.6	24.4	23	22.9	23.2	23.9
2002	24.4	24.9	25.7	25.6	25.6	24.3	23.6	23.6	24.5
2003	25.1	25.3	26.1	25.7	25.5	24.2	23.5	23.7	23.6
2004	25.6	25.5	25.8	25.6	24.9	23.6	23	23.9	23.9
2005	25.2	24.8	25.6	25.9	25	24.1	23.4	23.5	23.9

2006	24.8	25.2	25.8	25.8	24.6	23.6	23.2	23.6	23.9
2007	25.2	25.3	25.4	25.6	24.8	24.1	23.5	22.9	23.8
2008	23.7	24.8	25.5	25.8	25	24	23.9	23.9	23.7
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	25.3	25.5	25.9	26.1	25.7	23.9	23.7	23.6	23.7
2011	24.3	25.1	25.7	25.4	25.3	24.6	24	23.3	24
SUMA	520.9	502.6	541	539.9	529.5	507.2	468.2	467.7	478.7
MEDIA	23.7	22.8	24.6	24.5	24.1	23.1	22.3	22.3	22.8

PUERTO ILA- PRECIPITACIÓN									
AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1990	184	558.9	226	218.1	42	25.5	7.9	0	0.8
1991	321.9	638.8	322	414.1	201.2	81.4	19.6	36.2	12.3
1992	457.5	858.3	524.9	791.6	541.8	240.8	159.2	34.1	18.2
1993	455.3	654.8	733.1	681.7	91.4	48.5	69	36	101.4
1994	441.2	426.8	376.5	319.7	76.3	13	0.2	0.1	2.7
1995	439.8	266.6	192.6	475.4	66.4	15.1	19.2	9	2.1
1996	325.7	608.4	641.9	423.7	145.7	16.1	23.6	38.9	24
1997	596.8	458	565.2	500.2	269.6	367	233.3	138.8	704.4
1998	894.2	639.1	826.3	772.5	463.3	291.1	216.1	66.9	64.4
1999	211.7	487.6	561.2	614.3	286.7	53.3	23.4	14.8	82.3
2000	252.1	221.5	689	522.3	325.6	48	6,5	24.2	48.1
2001	510.2	242.3	499.9	658.3	193.8	12.4	22.4	4.6	21.2
2002	334.6	563.3	775	599.8	341.3	134.9	23.9	6.4	83.4
2003	441.6	523.3	241.5	590.6	318.6	62.7	27.2	21.1	9.5
2004	263.1	390.3	252.3	474	296.9	38.8	25	16.7	107.5
2005	370.6	402.8	630.6	635.5	33.4	13.1	7.3	2.7	32.8
2006	175.9	720.7	700.5	508	72.2	129.1	24.1	72.7	60.2
2007	222.4	311.6	528.6	577.8	193	93.1	55.1	22.4	47.2

2008	646	513.4	484.6	358.9	185.6	60.1	65.9	125	61
2009	652.2	480.6	0	157.9	129.9	19	8.9	24.1	11.2
2010	365.7	528.9	361.6	743.4	179.1	64	176	33.4	49.8
2011	498.9	314.5	260.5	715.7	53.3	69.3	133.4	9.4	30.3
SUMA	9061.4	10810.5	10393.8	11753.5	4507.1	1896.3	1340.7	737.5	1574.8
Pto Ila	411.9	491.4	472.4	534.3	204.9	86.2	63.8	33.5	71.6
PICHILINGUE	497.1	431.3	406.6	420.5	169.5	43.2	33.2	11.9	27.5
Gradiente	-0.5	0.4	0.4	0.7	0.2	0.3	0.2	0.1	0.3
P- Esperanza	447.0	466.6	445.3	487.4	190.3	68.5	51.2	24.6	53.4
etp- esperanza	120.3	113.4	134.1	129.7	126.2	106.3	97.3	96.1	104.4
P- ETP	326.7	353.2	311.2	357.7	64.1	-37.8	-46.1	-71.5	-51.0
p. Tratamiento	1298.6	1298.6	1298.6	1298.6	1298.6	1298.6	1298.6	1298.6	1298.6
disp lluvia+ disp p	1625.3	1651.8	1609.8	1656.3	1362.7	1260.8	1252.5	1227.1	1247.6

Anexo fotográfico





