

REPUBLICA DEL ECUADOR



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TEMA:

**ANALISIS Y PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE LAS
AGUAS SUPERFICIALES DEL RIO PUYO EN EL
SECTOR DE UNION BASE**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCION DEL
TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR: DIEGO ALEXANDER PEÑAFIEL LEON

TUTOR DE TESIS:

ING. MSc. MARCO MASABANDA

Puyo, Julio 2009

PASTAZA– ECUADOR

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento a las autoridades de la Universidad Estatal Amazónica, por la oportunidad que me brindaron de cursar los estudios superiores y obtener mi título profesional.

Debo reconocer la calidad profesional y humana de cada una de los docentes de la Universidad que impartieron los conocimientos y me motivaron para seguir esforzándome cada día y llegar a la meta propuesta.

Consigno además mi agradecimiento al Ingeniero Marco Masabanda, Tutor de la tesis, por su constante preocupación y apoyo durante el desarrollo de esta investigación, así como también a todos los profesionales que me apoyaron.

Y especialmente a mis padres y hermanas por su apoyo moral y cariñoso en la elaboración de la investigación.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten.

A mis padres Hugo Peñafiel y Sonia León, ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, fueron los que me dieron ese cariño y calor humano necesario, ya que con sus consejos y el amor que me han brindado me he formado como un ser integral y de los cuales me siento extremadamente orgulloso.

A mis hermanas Paola y Gabriela les agradezco ya que han estado a mi lado ayudándome a superar cualquier problema que se me ha presentado.

Que este título sirva de ejemplo para que se propongan retos y alcancen metas con decisión y esfuerzo

RESUMEN

Debido a que el río Puyo recibe fuentes directas de contaminación, sumado al hecho que no existen plantas de tratamiento de las aguas residuales domésticas antes de su desfogue es definitivamente un hecho que esta agua están con niveles de contaminación. La presente investigación tiene como objeto determinar la calidad del agua de la cuenca baja del río Puyo, mediante análisis físicos y químicos los mismo que nos permitirán identificar y cuantificar los niveles de contaminación existente en el sector de Unión Base, además ayudara a identificar las fuentes contaminantes en el tramo objeto de estudio. La metodología utilizada es la de campo ya que se realizo visitas al sector objeto de estudio con el fin de diagnosticar el estado actual de la zona en lo que respecta a la caracterización socio demográfica y también a la caracterización del medio físico.

Las técnicas de análisis de las aguas incluirán métodos gravimetricos y volumétricos para la determinación de los diferentes parámetros físicos mientras que los parámetros químicos se los realizo en los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Los resultados obtenidos de la investigación permitieron la proponer la implantación de un sistema de tratamiento que este adaptado a las condiciones de la zona objeto de estudio con el fin de minimizar el impacto de las descargas hacia el las aguas del la cuenca baja del río Puyo.

ABSTRACT

The Puyo's river receives direct sources of contamination, added to the fact that no plants of treatment of the domestic waste waters exist before its desfogue it is definitively a fact that this water is with levels of contamination. The present investigation has like object to determine the quality of the water of the low basin of the Puyo's river, by means of physical and chemical analysis the same one that you/they will allow us to identify and to quantify the levels of existent contamination in the sector of Union Bases, he also helped to identify the polluting sources in the tract study object.

The utilized methodology is since that of field one carries out visits to the sector study object with the purpose of diagnosing the current state of the area in what concerns to the characterization sociodemografic and also to the characterization of the physical means. The techniques of analysis of the waters will include gravimetric and volumetric methods for the determination of the different physical parameters while the chemical

parameters are carried out them in the laboratories of the Polytechnic Superior School of the Chimborazo. The obtained results of the investigation allowed proposing the installation of a treatment system that this adapted one to the conditions of the area study object with the purpose of minimizing the impact of the discharges toward the waters of the low basin of the Puyo's river.

ÍNDICE

Introducción.....	4
Problemática.....	7
Objeto de la investigación.....	7
Hipótesis.....	8
Objetivos.....	8
Capítulo I	
Revisión Bibliográfica	
1. Aguas Residuales.....	11
1.1 Definición.....	11
1.1.1.- Aguas residuales domesticas.....	11
1.1.2.- Características de las aguas residuales.....	12
1.1.2.1.- Características físicas.....	13
1.1.2.2.- Características químicas.....	14
1.1.2.2.1 Materia inorgánica.....	14
1.1.2.2.2 Gases disueltos.....	15
1.1.2.2.3 La materia orgánica.....	16
1.1.2.3.- Características biológicas.....	17
1.1.3.- Método para determinar la cantidad de materia orgánica presente en el agua residual.....	19
1.1.3.1 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).....	20
1.2.- Contaminación del Agua.....	21
1.2.1.- Contaminación Bacteriológica y Viral.....	21
1.2.2.- Productos Químicos Tóxicos Peligrosos.....	22
1.3.- Tratamiento de las aguas residuales.....	23
1.3.1.- Descripción.....	24
1.3.1.1.- Tratamiento físico químico.....	25
1.3.1.2.- Tratamiento biológico.....	25
1.3.1.3.- Tratamiento químico.....	25
1.3.2.- Etapas del tratamiento.....	26
1.3.2.1.- Tratamiento primario.....	26
1.3.2.1.1.- Remoción de sólidos.....	26
1.3.2.1.2.- Remoción de arena.....	26
1.3.2.1.3.- Investigación y maceración.....	27
1.3.2.1.4.- Sedimentación.....	27
1.3.2.2.- Tratamiento secundario.....	27
1.3.2.2.1.- Filtros de desbaste	28
1.3.2.2.2.- Fangos activos.....	28
1.3.2.2.3.- Camas filtrantes (camas de oxidación).....	29
1.3.2.2.4.- Placas rotativas y espirales.....	29
1.3.2.2.5.- Reactor biológico de cama móvil.....	29
1.3.2.2.6.- Filtros aireados biológicos.....	29
1.3.2.3.- Tratamiento terciario.....	30
1.3.2.3.1.- Filtración.....	30
1.3.2.3.2.- Lagunaje.....	30
1.3.2.3.3.- Tierras húmedas construidas	30
1.3.2.3.4.- Remoción de nutrientes.....	31
1.3.2.3.5.- Desinfección.....	32
1.4.- El tratamiento de los fangos.....	32

1.4.1.- La digestión anaeróbica.....	33
1.4.2.- Digestión aeróbica.....	33
1.4.3.- La composta o abonamiento.....	34
1.4.4.- La depolimerización termal.....	34
1.4.5.- Deposición de fangos.....	35
1.4.6.- El tratamiento en el ambiente de recepción.....	35
1.5.- Fosas Sépticas.....	36
1.6.- El déficit mundial del tratamiento.....	39
1.7.- Potenciales impactos ambientales.....	39
1.7.1 Problemas socioculturales.....	41
1.8.- Parámetros y propiedades biológicas del agua.....	41
1.8.1.- Parámetros Biológicos del Agua.....	41
1.8.2.- Estudio Hidrobiológico.....	42
1.8.3.- Analíticas microbiológicas.....	43
1.9.- Enfermedades de transmisión Hídrica.....	45
1.10.- Límites permisibles de calidad de agua para consumo humano.....	46
1.10.1.- Límites permisibles de características bacteriológicas.....	46
1.10.2.- Límites permisibles de características físicas y organolépticas.....	47
1.10.3.- Límites permisibles de características químicas.....	48

Capítulo II

Metodología

2.1.- Modalidades básicas de la investigación.....	51
2.1.1 Investigación de campo.....	51
2.1.2.- Exploratoria.....	51
2.1.3.- Descriptiva.....	51
2.2.- Descripción de metodología por áreas de estudio.....	52
2.2.1.- Caracterización social.....	52
2.2.2.- Caracterización de la climatología.....	53
2.2.3.- Caracterización del suelo	53
2.2.4.- Caracterización de la flora	53
2.2.5.- Caracterización de la fauna.....	54
2.2.6.- Caracterización del componente hidrológico.....	54

Capítulo III

Descripción de la zona

3.1.- Descripción de la provincia de Pastaza.....	59
3.2.- Descripción de la zona objeto de estudio.....	62
3.2.1.- Ubicación geográfica.....	62
3.2.2.- Caracterización socio-demográfica de la población.....	63
3.2.3.- Caracterización del medio físico de la zona objeto de estudio.....	68
3.2.3.1.- Climatología.....	68
3.2.3.2.- Suelos.....	69
3.2.3.3.- Hidrológica, calidad y usos de recursos hídrico superficial.....	71
3.2.4.- Caracterización del medio biótico.....	72
3.2.4.1.- Componentes Florístico.....	72
3.2.4.2.- Fauna.....	73

3.2.5.- Caudal ecológico y régimen de caudales de las descargas.....	75
3.2.5.1.- Calculo de caudal del río.....	75
3.2.5.2.- Aportes de descargas hacia el río.....	77
3.2.5.3.- Interpretación de los Análisis realizados a las aguas.....	80
 Propuesta de tratamiento.....	 83
 Conclusiones.....	 89
 Recomendaciones.....	 90
 Bibliografía.....	 91
 Anexos.....	 93

INTRODUCCION

Pastaza es la provincia más grande de Ecuador y la más rica en biodiversidad. Constituye la mejor oportunidad para que el turismo se deleite al recorrer la selva tropical visitando las comunidades indígenas Curaray y Copataza, rodeadas de vegetación y especies animales; navegando y bañándose en los ríos Pastaza, Puyo, Curaray y otros de la región.

El 95% de la flora provincial es bosque húmedo tropical, debido a la pluviosidad anual que varía entre 2.000 y 4.000 milímetros cúbicos, lo que favorece la formación de extensos y excelentes pastizales que propician el desarrollo del ganado vacuno.

Con relación a otras provincias orientales la provincia de Pastaza tiene la menor población, la cual se encuentra concentrada en los sectores urbanos y de colonización como Shell-Mera y el Puyo, mientras la zona rural tiende a despoblarse.

Puyo, esta ubicada en el centro-oriental del país, es la capital de la provincia de Pastaza. Se ubica en la margen derecha del río del mismo nombre, a unos 950 msnm. Es el centro comercial y el puerto fluvial más avanzado de la provincia, hacia el este, en las puertas de la selva. Ahí se da servicio a la población de la provincia asentada en lugares muy cercanos de los cursos fluviales. El mismo río Puyo es navegable por pequeñas embarcaciones y constituye una vía comercial y de transporte para productos de la región. La ciudad está conectada por carretera con Ambato y, de ahí, con el eje urbano central del país.

La necesidad actual de establecer en nivel de contaminación del río Puyo es prioridad debido a la influencia directa sobre la ciudad.

A través de la ciudad de Puyo cruza el río del mismo nombre, el cual, a lo largo de su recorrido recibe los residuos y desperdicios líquidos de varios efluentes, entre los más importantes, las aguas servidas del alcantarillado de la ciudad, las aguas residuales de algunas industrias, las aguas residuales de hospitales.

En la cuenca alta del río, cuanto este aun no ha ingresado al sector urbano, una parte de su caudal es encausado para la planta de potabilización. En la cuenca media, es decir, en la parte que el río atraviesa la ciudad es donde recibe la mayor carga contaminante por parte de descargas de aguas contaminantes tales como: aguas residuales domesticas, aguas residuales industriales, excretas, etc. En la cuenca baja, sus aguas son utilizadas para las diversas ocupaciones cotidianas de los habitantes del sector.

Debido a que el río Puyo recibe fuentes directas de contaminación, sumado al hecho de que no existen plantas de tratamiento de las aguas residuales antes de su desfogue, es definitivamente un hecho que esta agua están contaminadas. Los niveles de contaminación orgánica e inorgánica deben ser determinados obligatoriamente mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos; ya que el río se ha transformado en una fuente de contaminación directa e indirecta: directa en el sentido que sus aguas son utilizadas para las actividades del diario vivir de los pobladores ubicados en la cuenca baja, e indirecta, debido al cruce de sus aguas por gran parte de la ciudad, en especial, a través del Paseo Turístico, donde existen lugares de esparcimiento, diversión y descanso.

La presente investigación permite determinar mediante un análisis, cualitativa y cuantitativamente los principales contaminantes presentes en las aguas del Río Puyo donde se encontraron metales pesados; pesticidas; altos niveles de Coliformes Fecales y Coliformes Totales; valores altos para los parámetros de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO); y de esta forma se podrá comparar con los parámetros permisibles para el consumo humano, además la identificación de diferentes descargas de aguas residuales domesticas hacia el río.

Los métodos utilizados para la caracterización de los diferentes componentes de la zona objeto de estudio se enmarcan dentro de la dinámica de la planificación a partir de la cual se pretende captar (aprehender e interpretar) los procesos dinámicos de interacción de los sujetos sociales entre sí y con la naturaleza.

Para determinar el caudal del río se utilizó el aforo con flotadores, mientras que para el aforo de las descargas se lo realizó mediante el aforo volumétrico.

Los resultados obtenidos permitieron establecer el nivel de contaminación de las aguas analizadas en el sector objeto de estudio y por ende, las potenciales fuentes de contaminación. Esto significara que se disponga de datos técnicos-científicos actuales sobre el nivel cualitativo y cuantitativo de la contaminación del río.

Estos datos permitieron proponer la implantación de un diseño de fosas sépticas como tratamiento de las aguas residuales por parte de las fuentes contaminantes, previa su evacuación final y también la implantación de normativas legales.

PROBLEMÁTICA:

El fin por el cual es necesario realizar el análisis físico, químico y microbiológico, el monitoreo del análisis fisicoquímico y microbiológico de las aguas del río Puyo en el sector de Unión Base, es para determinar la cantidad de carga orgánica y demás contaminantes existentes en las aguas del río Puyo. El análisis de pesticidas se basaran en técnicas cromatografías, ya que esta técnica es la más adecuada para tal clase de analitos. Los métodos de la Environmental Protection Agency (EPA) a utilizarse están basados en cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y cromatografía de gases (GC). Mediante la consecución de estos análisis se logrará proponer cuál sería el sistema de tratamiento biológico de aguas residuales más idóneo para el sector objeto de estudio.

El presente estudio, tiene por objeto rescatar esta fuente hidrográfica toda vez que el incremento desordenado de asentamientos poblacionales a lo largo de la cuenca genera una contaminación indiscriminada de las aguas, convirtiéndolas en insalubres, adicionalmente la presencia de industrias en las riveras del río incrementa la problemática puesto que se descargan irresponsablemente una serie de desperdicios orgánicos e inorgánicos torturando y exterminando a las especies acuáticas.

OBJETO DE LA INVESTIGACION:

Investigar el nivel de contaminación de las descargas de aguas residuales que desembocan en la cuenca baja del río Puyo.

HIPOTESIS:

Si se caracteriza las descargas de aguas residuales se podrá identificar el nivel de contaminación de las aguas superficiales del río Puyo en el sector de Unión Base.

OBJETIVOS:

General

- ❖ Identificar la calidad del agua de la cuenca hidrográfica del río Puyo mediante análisis físicos y químicos que permitan identificar y cuantificar los niveles de contaminación existente en el sector de Unión Base.

Específicos

- ❖ Identificar cualitativa y cuantitativamente el contenido individual de cationes, aniones y metales pesados en el río Puyo.
- ❖ Identificar las fuentes contaminantes en el sector objeto de estudio.
- ❖ Realizar un análisis físico, químico y microbiológico de las diferentes descargas.
- ❖ Proponer un tratamiento adecuado a las descargas de aguas residuales con el fin de disminuir el nivel de contaminación.

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRAFICA

En este capítulo se abordarán aspectos sobre la importancia del agua para la vida, aguas residuales, tipos de aguas residuales, tratamiento de aguas residuales, principales contaminantes del agua, parámetros y propiedades biológicas del agua, influencia de la calidad de agua sobre la salud y enfermedades de transmisión hídrica y límites permisibles de calidad de agua para el consumo humano. Se obtuvo la información de diferentes citas bibliográficas tomadas de libros, libros de Internet y sitios web, de los mismos se ha hecho un análisis y síntesis.

Importancia del agua

Según Donaires, (s/a) el agua constituye un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas; resulta difícil imaginar cualquier tipo de actividad en la que no se utilice, de una u otra forma.

En nuestro planeta cubre el 75% de su superficie, pero no toda el agua se encuentra en condiciones aptas para el uso humano. El 97.5% del agua es salada, el 2.5% resultante es agua dulce distribuida en lagos, ríos, arroyos y embalses; esta mínima proporción es la que podemos utilizar con mas facilidad. (Florencia, 2008)

El consumo de agua varia según el tipo de actividad para el cual se emplea. La agricultura de irrigación es la que demanda mayor cantidad; a ella le sigue la industria y en el último término el consumo domestico.

En el caso de la agricultura, debemos considerar que mediante la irrigación artificial se logra incrementar la producción de alimentos. En el proceso industrial, el agua también es imprescindible: algunas industrias usan agua potable para elaborar sus productos, mientras que la mayoría la utilizan en sus procesos productivos, como refrigerante o como diluyente de efluentes.

El problema de la contaminación de las aguas dulces es conocido de antiguo. Uno de los primeros testimonios históricos lo constituye el relato de las Sagradas Escrituras acerca de una de las diez plagas de Egipto, en la que se describe la transformación en "sangre" de las aguas del río Nilo. Dicho fenómeno fue sin duda debido a la

contaminación biológica producida por microorganismos (algas, bacterias sulfurosas o dinofíceos).

De acuerdo a la definición que da la OMS para la contaminación debe considerarse también, tanto las modificaciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, que pueden hacer perder a ésta su potabilidad para el consumo diario o su utilización para actividades domésticas, industriales, agrícolas, etc., como asimismo los cambios de temperatura provocados por emisiones de agua caliente.

La contaminación del agua causada por las actividades del hombre es un fenómeno ambiental de importancia, se inicia desde los primeros intentos de industrialización, para transformarse en un problema generalizado, a partir de la revolución industrial, iniciada a comienzos del siglo XIX.

Los procesos de producción industrial iniciados en esta época requieren la utilización de grandes volúmenes de agua para la transformación de materias primas, siendo los efluentes de dichos procesos productivos, vertidos en los cauces naturales de agua (ríos, lagos) con desechos contaminantes.

La contaminación del agua se produce a través de la introducción directa o indirecta en los cauces o acuíferos de sustancias sólidas, líquidas, gaseosas, así como de energía calórica, entre otras. Esta contaminación es causante de daños en los organismos vivos del medio acuático y representa, además, un peligro para la salud de las personas y de los animales.

Existen dos formas a través de las cuales se puede contaminar el agua. Una de ellas es por medio de contaminantes naturales, es decir, el ciclo natural del agua puede entrar en contacto con ciertos constituyentes contaminantes que se vierten en las aguas, atmósfera y corteza terrestre. Por ejemplo, sustancias minerales y orgánicas disueltas o en suspensión, tales como arsénico, cadmio, bacterias, arcillas, materias orgánicas, etc.

Otra forma es a través de los contaminantes generados por el hombre o de origen humano, y son producto de los desechos líquidos y sólidos que se vierten directa o indirectamente en el agua. Por ejemplo, las sustancias de sumideros sanitarios, sustancias provenientes de desechos industriales y las sustancias empleadas en el combate de plagas agrícolas y/o vectores de enfermedades.

1.-Aguas Residuales

1.1.- Definición

Seoanez (1995), Agua residual es el nombre que reciben los distintos procesos implicados en la extracción, tratamiento y control sanitario de los productos de desechos arrastrados por el agua y procedentes de viviendas e industrias.

Roa (2002), Las aguas residuales son todos aquellos residuos líquidos resultantes de las diferentes actividades del hombre, cuya calidad desde el punto de vista físico, químico o microbiológico se considera no apta para el consumo humano. Se pueden clasificar en aguas domesticas. Aguas industriales y aguas municipales o negras.

1.1.1.- Aguas residuales domesticas

Roa (2002), Las aguas residuales domesticas son las producidas en residencias, comercios, instituciones y áreas recreativas, como consecuencia de las actividades propias de la preparación de alimentos, lavado de ropa, limpieza de pisos, aseo personal, recreación o deportes, regado de áreas verdes, etc. El volumen de aguas domesticas producidas depende directamente del suministro de agua potable.

Según Geyer, et al (1999). Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos. (Geyer, et al 1999)

Los aportes que generan esta agua son:

- aguas negras o fecales
- aguas de lavado doméstico
- aguas provenientes del sistema de drenaje de calles y avenidas
- aguas de lluvia y lixiviados

Las aguas residuales domesticas presentan una cierta homogeneidad en cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc. (Geyer, et al 1999)

1.1.2.- Características de las aguas residuales

Según Roa (2002), El grado de contaminación que produce un agua residual se puede determinar por medio de sus características físicas, químicas y biológicas. En la tabla 1.1, se presentan los principales parámetros que definen las características del agua residual.

Tabla1.1: Características del agua residual: parámetros mas importantes.

Característica	Parámetro
Física	Sólidos Totales Sólidos en suspensión Temperatura Color Olor Turbidez
Química	Orgánicos: Carbohidratos Aceites y grasas Proteína Pesticidas Material Volátil Agentes tenso activos DBO5, DQO, DTO, COT
	Inorgánicos: Ácidos y bases Ph Cloruros Alcalinidad Metales pesados Nutrientes: Nitrógeno, fósforo
Biológica	Gases disueltos Bacterias Algas Protozoos Virus

Fuente: Metcalf y Hedí (1995)

Es importante considerar que los parámetros que determinan las características físicas, químicas y biológicas del agua no son independientes entre sí; este es el caso de la temperatura (parámetro físico) que afecta en el agua la concentración de los gases disueltos (parámetro químico) o la actividad biológica de los microorganismos (parámetro biológico).

1.1.2.1.- Características físicas

Roa (2002), Las características físicas más importantes del agua residual se expresan por el contenido y distribución de los sólidos, así como por la temperatura, la turbidez, el color, el olor, la espuma y la densidad.

Los sólidos. Son sustancias presentes en el agua residual que producen condiciones indeseables o agresivas para el cuerpo receptor; por tal razón, se deben eliminar a través de los procesos de tratamiento. Estos sólidos reciben el nombre de sólidos totales, en suspensión, disueltos, sedimentables, coloidales, volátiles y fijos.

Los sólidos totales (ST) son de naturaleza orgánica e inorgánica y pueden estar presentes en solución y/o suspensión; se definen analíticamente, como el residuo que resulta después de evaporar la muestra de agua entre 103°C y 105°C. Los sólidos totales se pueden separar por medio de la filtración en dos secciones, la del residuo no filtrable o de los sólidos en suspensión (SS) y la del residuo filtrable o de los sólidos disueltos.

Cuando el agua residual se deja en reposo, los sólidos en suspensión se sedimentan. La cantidad de materia que se sedimenta durante 60 minutos en un recipiente de forma cónica se denomina sólidos sedimentable. Estos sólidos presentan la cantidad aproximada de lodo que puede ser removido en el sedimentador primario de tratamiento de agua residual.

Los sólidos removidos, ya sean sedimentables, no sedimentables, coloidales o disueltos, al someterse a un proceso de calentamiento a 600°C, se descomponen a una fracción volátil por los compuestos orgánicos y una fracción fija o de las cenizas constituidas por material orgánico.

La temperatura. Es una propiedad física muy importante por su influencia sobre la velocidad de las reacciones químicas que se dan en el agua, los procesos metabólicos

de las células, el desarrollo de la vida acuática, la amplificación de sabores y olores o la solubilidad de los gases disueltos en el agua. Por ejemplo, la descarga de agua caliente a los ríos, lagos o laguna, eleva la temperatura del cuerpo receptor; este aumento de temperatura disminuye el oxígeno disuelto en el agua, aumenta la velocidad de reacciones químicas y biológicas que pueden alcanzar el límite térmico letal para la microflora y micro fauna.

La turbidez. Es una medida de la capacidad de un residual para transmitir o en su defecto absorber luz, debido a la cantidad de materia en suspensión y coloidal presente en el agua como arcilla, limo, materia orgánica o microorganismos. El agua turbia restringe la profundidad visual y refleja condiciones antiestéticas y no adecuadas para su uso.

El color. Es la respuesta visual a la presencia de sustancias orgánicas e inorgánicas en el agua tales como taninos, ácido húmico, óxidos de hierro o manganeso y residuos industriales procedentes de procesos de pulpa y papel, textilerías, colorantes, agroindustrias, mataderos, etc. El color puede reflejar la edad del agua residual, por ejemplo, el agua residual municipal recién producida generalmente es gris; sin embargo, a medida que avanza el proceso de descomposición el color del agua cambia a gris oscuro para finalmente tornarse negro.

El olor. Es la respuesta fisiológica del sentido del olfato a la presencia en el agua residual de sustancias volátiles, tanto orgánicas (fenoles, etc.) como inorgánicas (amoníaco, cloro, sulfuro de hidrógeno, etc.). En el caso de las aguas residuales domésticas, el olor se debe principalmente a los gases producidos durante la descomposición de la materia orgánica.

1.1.2.2.- Características químicas

Roa (2002), Las características químicas más importantes del agua residual se determinan en función de la materia inorgánica, los gases disueltos y de la materia orgánica.

1.1.2.2.1 Materia inorgánica

La materia inorgánica está constituida principalmente por ácidos, bases, cloruros, metales pesados, oxígeno disuelto y nutrientes.

Los ácidos y bases aportan cantidades de iones hidronio u oxidrilos suficientes para producir variaciones de ph natural de los ecosistemas acuáticos. El intervalo de Ph apropiado para el desarrollo de la vida esta comprendido entre 6.5 y 7.5-

Los cloruros son aniones que se encuentran en el agua residual proveniente, en la mayoría de los casos, de una de las sales mas utilizadas en la alimentación como es el cloruro de sodio. Se estima que el hombre expulsa a través de la orina y las heces aproximadamente 6 gramos de cloruros por persona al día, en consecuencia, la presencia de este Ion en el agua residual podría indicar la contaminación de origen fecal.

Los nutrientes como fosfatos y nitratos favorecen al crecimiento de los productores en ecosistemas acuáticos. La presencia de nutrientes en aguas residuales se debe principalmente al uso de detergentes y fertilizantes en actividades de limpieza y en labores agrícolas. Entre los efectos negativos que producen tenemos la eutrofización a las masas de agua, el aspecto antiestético del río, lago o laguna debido a la capa superficial de vegetales.

Los metales pesados como el mercurio, hierro, níquel, zinc, cobre, etc., en cantidades naturales son imprescindibles para el normal desarrollo de la vida, pero exceso son muy tóxicos para los organismos vivos. Cuando se encuentra un exceso en el agua residual, afectan los procesos biológicos en los ecosistemas acuáticos y en las plantas de tratamiento. Además, son sustancias que no intervienen en la respiración, ni son eliminados fácilmente del organismo, como consecuencia, se concentran en los tejidos de animales y vegetales.

1.1.2.2.2 Gases disueltos

Roa (2002), Los principales gases disueltos en las aguas residuales son oxígeno, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, y metano.

El oxígeno es uno de los componentes mas importantes de las aguas naturales, de su presencia depende la vida de los organismos aerobios y, como consecuencia, el equilibrio natural de los ecosistemas acuáticos. Por esta razón, el oxígeno disuelto es un indicador importante de la calidad del agua.

1.1.2.2.3 La materia orgánica

La materia orgánica esta compuesta principalmente por carbono, hidrogeno, oxigeno y en menor proporción de nitrógeno, azufre y fósforo. Las diferentes combinaciones de estos elementos químicos forman diversos grupos de compuestos; en el caso del agua residual los compuestos mas importantes son las propinas, los carbohidratos, los aceites, la urea, los agentes tenso activos y los pesticidas.

Las proteínas son sustancias macromoleculares presentes en los organismos vivos que contienen, además de carbono, oxigeno e hidrogeno, el elemento químico nitrógeno. Estas sustancias son responsables, junto a la urea, de la presencia del nitrógeno en las aguas residuales.

Los carbohidratos son compuestos de carbono, oxigeno e hidrogeno que presentan la fuente principal de energía para la mayoría de forma de vida. Se encuentran en el agua residual como azucares, almidones o celulosa.

Los aceites y grasas animales son sustancias que al igual que los carbohidratos están compuestos por carbono, hidrogeno y oxigeno. Sin embargo, a diferencia de los carbohidratos, la relación hidrogeno-oxigeno es mayor a 2:1. Los aceites y grasas son compuestos específicos que utilizan los animales y vegetales para almacenar energía. Su presencia en las aguas residuales proviene de la preparación de alimentos

Agentes tenso activos son sustancias químicas que disminuyen la tensión superficial al concentrarse en la interfase del agua. Estas sustancias son responsables de la aparición de espumas en los ríos, laguna y lagos, etc. Su presencia en el agua residual se debe a la utilización de detergente y jabones.

Los pesticidas son compuestos orgánicos utilizados para el control de plagas en la agricultura debido a las propiedades toxicas que posee. Son poco susceptibles de ser procesados o descompuestos por los organismos, por tanto al permanecer en el ambiente se concentraran en los ejidos animales y vegetales.

1.1.2.3.- Características biológicas

Roa (2002), En las aguas residuales suele encontrarse gran variedad de organismos vivos cuya función principal es estabilizar la materia contaminante; sin embargo, también es frecuente encontrar cantidades significativas de organismos patógenos que son los responsables de las enfermedades hídricas en los seres humanos como por ejemplo, la fiebre tifoidea, la disentería, la hepatitis, el cólera, la gastroenteritis y la amebiasis. En la tabla 1.2 se presenta algunos organismos patógenos presentes en las aguas residuales domesticas.

Tabla 1.2. Algunos organismos patógenos presentes en el agua residual domestica

Organismo Patógeno	Enfermedad	Comentario
Bacteria		
Escherichia coli	Gastroenteritis	Diarrea
Salmonella typhi	Fiebre tifoidea	Fiebre, alta diarrea, úlceras al intestino
Salmonella	Salmonelosis	Envenenamiento de alimentos
Vibrio cholerae	Cólera	Diarreas, deshidratación
Virus		
Adenovirus	En. Respiratorias	
Hepatitis A	Hepatitis infecciosa	Fiebre
Agente Norwalk	Gastroenteritis	Vómitos
Rotavirus	Gastroenteritis	
Protozoos		
Entamoeba	Amebiasis	Diarreas prolongadas con sangre
Giardia lamblia	Giardiasis	Diarrea, náuseas, indigestión
Helmintos		
Ascaris lumbricoides	Ascariasis	Gusanos
Taenia saginata	Teniasis	Tenia

Fuente: Metcalf y Hedí (1995)

La caracterización biológica de la aguas permite determinar

1. los diferentes organismos presente en el agua como bacterias, hongos, virus, protozoos, algas y vegetales y animales superiores
2. los organismos patógenos presentes
3. los organismos utilizados con indicadores de contaminación

En el caso de los organismos patógenos, los métodos analíticos utilizados para identificar especies específicas presentes en las aguas residuales son muy costosos, en consecuencia no es común su determinación en los análisis rutinarios de las muestras de agua. La identificación y determinación de estos organismos patógenos se realiza indirectamente por medio de indicadores.

La presencia en el agua de coliformes podría indicar contaminación por agentes patógenos; de igual manera, su ausencia es un indicador de que en el agua potable y residual no existen agentes causantes de enfermedades hídricas

Roa (2002), Para determinar el numero de organismos coliformes presentes en el agua residual se puede utilizar el método de fermentación en tubos múltiples, también llamado procedimiento del numero mas probable (NMP), y el método de filtro de membrana (FM).

El método del número más probable permite estimar la población viva de microorganismos que puede multiplicarse e un medio liquido. La muestra a analizar se diluye hasta la extinción de la concentración de microorganismos, para lo cual se preparan soluciones diluidas seriadas de la muestra. Es importante considerar que el numero mas probable (NMP) no es la concentración absoluta de microorganismos presentes en la muestra sino, tan solo una estimación estadística de la concentración; este número más probable pude determinarse directamente utilizando el modelo matemático de la Distribución de Poisson, o usando tablas construidas a partir del modelo de Poisson

El método de filtro de membrana, un volumen conocido de muestra se hace pasar a través de un filtro cuya membrana tiene un número significativo de poros con un diámetro menor al de las bacterias. Los microorganismos retenidos se ponen en contacto con agar que contiene los nutrientes, necesarios para su crecimiento. Este

método permite manejar directamente volúmenes mayores de muestras y es más rápido que el número mas probable (NMP).

Tabla 1.3: Composición típica de un agua residual municipal

Parámetro	Unidades	Media
Sólidos totales (ST)	mg/l	720
Disueltos totales (SDT)	mg/l	500
Fijos	mg/l	300
Volátiles	mg/l	200
Sólidos en suspensión (SS)	mg/l	220
Fijos	mg/l	55
Volátiles	mg/l	165
Sólidos sedimentables	mg/l	10
Demanda Bioquímica de Oxígeno, mg/l: 5 días, 20°C	mg/l	220
Carbono Orgánico total (COT)	mg/l	160
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	500
Nitrógeno (total en la forma N)	mg/l	40
Orgánico	mg/l	15
Amoniaco	mg/l	25
Nitritos	mg/l	0
Nitratos	mg/l	0
Fósforo (Total en forma P)	mg/l	8
Orgánico	mg/l	3
Inorgánico	mg/l	5
Cloruros	mg/l	50
Sulfato	mg/l	30
Alcalinidad (como CaCO ₃)	mg/l	100
Grasa	mg/l	100
Compuestos Orgánicos Volátiles	ug/l	100-400

Fuente: Metcalf y Hedí (1995)

1.1.3.- Método para determinar la cantidad de materia orgánica presente en el agua residual.

Roa (2002), Actualmente, los métodos mas utilizado para determinar la cantidad de materia orgánica presente en las agua residuales son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), el carbono orgánico total (COT) y la demanda teórica de oxígeno (DTeO).

1.1.3.1 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Roa (2002), La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una prueba usada para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y en general residual; su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. Los datos de la prueba de la DBO se utilizan en ingeniería para diseñar las plantas de tratamiento de aguas residuales.

La prueba de la DBO es un procedimiento experimental, tipo bioensayo, que mide el oxígeno requerido por los organismos en sus procesos metabólicos al consumir la materia orgánica presente en las aguas residuales o naturales. Las condiciones estándar del ensayo incluyen incubación en la oscuridad a 20°C por un tiempo determinado, generalmente cinco días. Las condiciones naturales de temperatura, población biológica, movimiento del agua, luz solar y la concentración de oxígeno no pueden ser reproducidas en el laboratorio. Los resultados obtenidos deben tomar en cuenta los factores anteriores para lograr una adecuada interpretación.

Las muestras de agua residual o una dilución conveniente de las mismas, se incuban por cinco días a 20°C en la oscuridad. La disminución de la concentración de oxígeno disuelto (OD), medida por el método Winkler o una modificación del mismo, durante el periodo de incubación, produce una medida de la DBO.

Existen numerosos factores que afectan la prueba de la DBO, entre ellos la relación de la materia orgánica soluble a la materia orgánica suspendida, los sólidos sedimentables, los flotables, la presencia de hierro en su forma oxidada o reducida, la presencia de compuestos azufrados y las aguas no bien mezcladas. Al momento no existe una forma de corregir o ajustar los efectos de estos factores.

DBO carbonácea contra nitrogenácea. La oxidación de las formas reducidas del nitrógeno como amoníaco y nitrógeno orgánico, mediada por los microorganismos, ejercen una demanda nitrogenácea, que ha sido considerada como una interferencia en la prueba; sin embargo, esta puede ser eliminada con la adición de inhibidores químicos. Cuando se inhiba la demanda nitrogenácea de oxígeno, reportar los resultados como demanda bioquímica de oxígeno carbonácea (DBOC₅); cuando no se inhiba, reportar los resultados como DBO₅.

Requerimientos de dilución. Si el agua de dilución es de baja calidad, su DBO aparecerá como DBO de la muestra, efecto que será amplificado por el factor de dilución, y el resultado tendrá una desviación positiva. El método de análisis debe incluir agua de dilución de verificación y agua de dilución como blanco para establecer su calidad, mediante la medición del consumo de oxígeno con una mezcla orgánica conocida, generalmente glucosa y ácido glutámico. La fuente del agua de dilución puede ser: destilada a partir del agua de grifo, o agua libre de sustancias orgánicas biodegradables o bioinhibitorias tales como cloro o metales pesados. El agua destilada puede contener amoníaco o compuestos orgánicos volátiles; el agua desionizada también puede estar contaminada con compuestos orgánicos solubles lixiviados del lecho de la resina; el uso de destiladores con conductos o accesorios de cobre en las líneas de agua destilada pueden producir agua con cantidades excesivas de cobre, que actúa como biocida.

1.2.- Contaminación Del Agua

Roa (2002), Las fuertes concentraciones de población contribuyen a la rápida contaminación del agua y otros tipos de contaminación. El agua contaminada es el agua a la que se le incorporaron materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o de otros tipos, o aguas residuales.

Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

1.2.1.- Contaminación Bacteriológica y Viral

Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis, hepatitis, etc.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua.

Fuentes

- Aguas contaminadas con bacterias y virus causantes de enfermedades, las que provienen de la materia fecal.

Tratamiento

- Filtración, remueve la mayor parte de las bacterias y virus patógenos
- Cloración del agua tratada, destruye los patógenos remanentes

Control De La Calidad Bacteriológica y Viral

- Detección de la calidad bacteriológica (grupos coliformes) que habitan en el intestino de los animales de sangre caliente.
- Presencia de coliformes se mira como evidencia de contaminación fecal, aunque el grupo coliforme mismo no es dañino.

1.2.2.- Productos Químicos Tóxicos Peligrosos

- Productos sintéticos de la industria química; pesticidas, herbicidas, insecticidas, etc.
- Bifenilos policlorados (BPC)
Usados como medio de intercambio calórico en plantas generadoras.
Muy resistentes al ataque químico o microbiano (acumulación en el ambiente).
- Metales pesados tóxicos
Mercurio, cadmio, plomo (gasolinas).
Se han desconocido, en muchas ocasiones, como actúan estos materiales cuando son descargados en la atmósfera.
- Desechos orgánicos
Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, animales, etc. Dentro de estos se encuentran las heces, y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno.

Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y la vida marina en estas agua se extingue, pues

los peces necesitan de oxígeno. Las fuentes principales de material orgánico por lo general son las descargas domésticas e industriales.

1.3.- Tratamiento de las aguas residuales

Según Hernández, (1990) el tratamiento de aguas residuales es producir agua ya limpia o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango también convenientes para los futuros propósitos o recursos, mediante la implementación de procesos físico, químico y biológicos.

Para Seoanez, (1998) el tratamiento de aguas residuales es un proceso de tratamiento de aguas que a su vez incorpora procesos físicos químicos y biológicos, los cuales tratan y remueven contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua efluente del uso humano.

Según Lopez, et al (1998) el tratamiento de aguas residuales (o agua residual, doméstica o industrial, etc.) es un proceso de tratamiento de aguas que a su vez incorpora procesos físicos químicos y biológicos, los cuales tratan y remueven contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua ya limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango también convenientes para los futuros propósitos o recursos.

Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Esto puede ser tratado dentro del sitio en el cual es generado (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) o recogido y llevado mediante una red de tuberías y eventualmente bombas a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para coleccionar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetas a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones y controles). Recursos industriales de aguas residuales, a menudo requieren procesos de tratamiento especializado.

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales es alcanzado por la separación física inicial de sólidos de la corriente de aguas domésticas o industriales , seguido por la conversión progresiva de materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida, el agua tratada puede experimentar una desinfección adicional mediante procesos físicos o químicos. Este efluente final puede

ser descargado o reintroducidos de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial o subsuelo)etc. Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

- Tratamiento primario (asentamiento de sólidos)
- Tratamiento secundario (tratamiento biológico de sólidos flotantes y sedimentados)
- Tratamiento terciario (pasos adicionales como lagunas, micro filtración o desinfección)

1.3.1.- Descripción

Según López, etal (1998) las aguas residuales son residuos líquidos provenientes de tocadores, baños, regaderas o duchas, cocinas, etc; que son desechados a las alcantarillas o cloacas. En muchas áreas, las aguas residuales también incluyen algunas aguas sucias provenientes de industrias y comercios. La división del agua casera drenada en aguas grises y aguas negras es más común en el mundo desarrollado, el agua negra es la que procede de inodoros y orinales y el agua gris, procedente de piletas y bañeras, puede ser usada en riego de plantas y reciclada en el uso de inodoros, donde se transforma en agua negra. Muchas aguas residuales también incluyen aguas superficiales procedentes de las lluvias. Las aguas residuales municipales contienen descargas residenciales, comerciales e industriales, y pueden incluir el aporte de precipitaciones pluviales cuando se usa tuberías de uso mixto pluvial - residual.

Los sistemas de alcantarillado que trasportan descargas de aguas sucias y aguas de precipitación conjuntamente son llamados sistemas de alcantarillas combinado. La práctica de construcción de sistemas de alcantarillas combinadas es actualmente menos común en los Estados Unidos y Canadá que en el pasado, y se acepta menos dentro de las regulaciones del Reino Unido y otros países europeos, así como en otros países como Argentina. Sin embargo, el agua sucia y agua de lluvia son colectadas y transportadas en sistemas de alcantarillas separadas, llamados alcantarillas sanitarias y alcantarillas de tormenta de los Estados Unidos, y “alcantarillas fétidas” y “alcantarillas de agua superficial” en Reino Unido, o cloacas y conductos pluviales en otros países europeos. El agua de lluvia puede arrastrar, a través de los techos y la

superficie de la tierra, varios contaminantes incluyendo partículas del suelo, metales pesados, compuestos orgánicos, basura animal, aceites y grasa. Algunas jurisdicciones requieren que el agua de lluvia reciba algunos niveles de tratamiento antes de ser descargada al ambiente. Ejemplos de procesos de tratamientos para el agua de lluvia incluyen tanques de sedimentación, humedales y separadores de vórtice (para remover sólidos gruesos).

Según López, et al (1998), El diagrama de flujo de una planta de tratamiento de aguas residuales es generalmente el mismo en todos los países:

1.3.1.1.- Tratamiento físico químico

- Remoción de sólidos
- Remoción de arena
- Precipitación con o sin ayuda de coagulantes o floculantes
- Separación y filtración de sólidos el agregado de cloruro férrico ayuda a precipitar en gran parte a la remoción de fósforo y ayuda a precipitar biosólidos

1.3.1.2.- Tratamiento biológico

- Lechos oxidantes o sistemas aeróbicos
- Post – precipitación
- Liberación al medio de efluentes, con o sin desinfección según las normas de cada jurisdicción.

1.3.1.3.- Tratamiento químico

Este paso es usualmente combinado con procedimientos para remover sólidos como la filtración. La combinación de ambas técnicas es referida en los Estados Unidos como un tratamiento físico-químico.

Eliminación del hierro del agua potable. Los métodos para eliminar el exceso de hierro incluyen generalmente transformación del agua clorada en una disolución generalmente básica utilizando cal apagada; oxidación del hierro mediante el ion hipoclorito y precipitación del hidróxido férrico de la solución básica. Mientras todo esto ocurre el ion OCl está destruyendo los microorganismos patógenos del agua.

Eliminación del oxígeno del agua de las centrales térmicas. Para transformar el agua en vapor en las centrales térmicas se utilizan calderas a altas temperaturas. Como el oxígeno es un agente oxidante, se necesita un agente reductor como la hidrazina para eliminarlo.

Eliminación de los fosfatos de las aguas residuales domesticas. El tratamiento de las aguas residuales domesticas incluye la eliminación de los fosfatos. Un método muy simple consiste en precipitar los fosfatos con cal apagada. Los fosfatos pueden estar presentes de muy diversas formas como el ion Hidrógeno fosfato.

Eliminación de nitratos de las aguas residuales domesticas y procedentes de la industria. Se basa en dos procesos combinados de nitrificación y desnitrificación que conllevan una producción de fango en forma de biomasa fácilmente decantable.

1.3.2.- Etapas del tratamiento

1.3.2.1.- Tratamiento primario

El tratamiento primario es para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos. Este paso está enteramente hecho con maquinaria, de ahí conocido también como tratamiento mecánico. (Ramalho, 1993); (Stenco, 2004).

1.3.2.1.1.- Remoción de sólidos

En el tratamiento mecánico, el afluente es filtrado en cámaras de rejillas para eliminar todos los objetos grandes que son depositados en el sistema de alcantarillado, tales como trapos, barras, condones, compresas, tampones, latas, frutas, papel higiénico, etc. Éste es el usado más comúnmente mediante una pantalla rastrillada automatizada mecánicamente. Este tipo de basura se elimina porque esto puede dañar equipos sensibles en la planta de tratamiento de aguas residuales, además los tratamientos biológicos no están diseñados para tratar sólidos. (Ramalho, 1993); (Stenco, 2004).

1.3.2.1.2.- Remoción de arena

Esta etapa (también conocida como escaneo o maceración) típicamente incluye un canal de arena donde la velocidad de las aguas residuales es cuidadosamente controlada para permitir que la arena y las piedras de ésta tomen partículas, pero todavía se mantiene la mayoría del material orgánico con el flujo. Este equipo es llamado colector de arena. La arena y las piedras necesitan ser quitadas a tiempo en

el proceso para prevenir daño en las bombas y otros equipos en las etapas restantes del tratamiento. Algunas veces hay baños de arena (clasificador de la arena) seguido por un transportador que transporta la arena a un contenedor para la deposición. El contenido del colector de arena podría ser alimentado en el incinerador en un procesamiento de planta de fangos, pero en muchos casos la arena es enviada a un terraplén. (Ramalho, 1993); (Stenco, 2004).

1.3.2.1.3.- Investigación y maceración

El líquido libre de abrasivos es pasado a través de pantallas arregladas o rotatorias para remover material flotante y materia grande como trapos; y partículas pequeñas como chicharos y maíz. Los escaneos son colectados y podrán ser regresados a la planta de tratamiento de fangos o podrán ser dispuestos al exterior hacia campos o incineración. En la maceración, los sólidos son cortados en partículas pequeñas a través del uso de cuchillos rotatorios montados en un cilindro revolvente, es utilizado en plantas que pueden procesar esta basura en partículas. Los maceradores son, sin embargo, más caros de mantener y menos confiables que las pantallas físicas.

1.3.2.1.4.- Sedimentación

Muchas plantas tienen una etapa de sedimentación donde el agua residual se pasa a través de grandes tanques circulares o rectangulares. Estos tanques son comúnmente llamados clarificadores primarios o tanques de sedimentación primarios. Los tanques son lo suficientemente grandes, tal que los sólidos fecales pueden situarse y el material flotante como la grasa y plásticos pueden levantarse hacia la superficie y desnatarse. El propósito principal de la etapa primaria es producir generalmente un líquido homogéneo capaz de ser tratado biológicamente y unos fangos o lodos que puede ser tratado separadamente. Los tanques primarios de establecimiento se equipan generalmente con raspadores conducidos mecánicamente que llevan continuamente los fangos recogido hacia una tolva en la base del tanque donde mediante una bomba puede llevar a éste hacia otras etapas del tratamiento. (Ramalho, 1993); (Stenco, 2004).

1.3.2.2.- Tratamiento secundario

Según el ITGM, (1995) el tratamiento secundario es designado para substancialmente degradar el contenido biológico de las aguas residuales que se derivan de la basura humana, basura de comida, jabones y detergentes. La mayoría de las plantas

municipales e industriales trata el licor de las aguas residuales usando procesos biológicos aeróbicos. Para que sea efectivo el proceso biótico, requiere oxígeno y un sustrato en el cual vivir. Hay un número de maneras en la cual esto está hecho. En todos estos métodos, las bacterias y los protozoarios consumen contaminantes orgánicos solubles biodegradables (por ejemplo: azúcares, grasas, moléculas de carbón orgánico, etc) y unen muchas de las pocas fracciones solubles en partículas de floculo. Los sistemas de tratamiento secundario son clasificados como película fija o crecimiento suspendido. En los sistemas fijos de película –como los filtros de roca- la biomasa crece en el medio y el agua residual pasa a través de él. En el sistema de crecimiento suspendido –como fangos activos- la biomasa está bien combinada con las aguas residuales. Típicamente, los sistemas fijos de película requieren superficies más pequeñas que para un sistema suspendido equivalente del crecimiento, sin embargo, los sistemas de crecimiento suspendido son más capaces ante choques en el cargamento biológico y provee cantidades más altas del retiro para el DBO y los sólidos suspendidos que sistemas fijados de película.

1.3.2.2.1.- Filtros de desbaste

Los filtros de desbaste son utilizados para tratar particularmente cargas orgánicas fuertes o variables, típicamente industriales, para permitirles ser tratados por procesos de tratamiento secundario. Son filtros típicamente altos, filtros circulares llenados con un filtro abierto sintético en el cual las aguas residuales son aplicadas en una cantidad relativamente alta. El diseño de los filtros permite una alta descarga hidráulica y un alto flujo de aire. En instalaciones más grandes, el aire es forzado a través del medio usando sopladores. El líquido resultante está usualmente con el rango normal para los procesos convencionales de tratamiento. (ITGM, 1995)

1.3.2.2.2.- Fangos activos

Las plantas de fangos activos usan una variedad de mecanismos y procesos para usar oxígeno disuelto y promover el crecimiento de organismos biológicos que remueven substancialmente materia orgánica. También puede atrapar partículas de material y puede, bajo condiciones ideales, convertir amoníaco en nitrito y nitrato, y en última instancia a gas nitrógeno.

1.3.2.2.3.- Camas filtrantes (camas de oxidación)

Se utiliza la capa filtrante de goteo utilizando plantas más viejas y plantas receptoras de cargas más variables, las camas filtrantes son utilizadas donde el licor de las aguas residuales es rociado en la superficie de una profunda cama compuesta de coque (carbón, piedra caliza o fabricada especialmente de medios plásticos). Tales medios deben tener altas superficies para soportar los biofilms que se forman. El licor es distribuido mediante unos brazos perforados rotativos que irradian de un pivote central. El licor distribuido gotea en la cama y es recogido en drenes en la base. Estos drenes también proporcionan un recurso de aire que se infiltra hacia arriba de la cama, manteniendo un medio aerobio. Las películas biológicas de bacteria, protozoarios y hongos se forman en la superficie media y se comen o reducen los contenidos orgánicos. Este biofilm es alimentado a menudo por insectos y gusanos, los cuales atraen pájaros, los cuales atraen ornitólogos. (ITGM, 1995)

1.3.2.2.4.- Placas rotativas y espirales

En algunas plantas pequeñas son usadas placas o espirales de revolvimiento lento que son parcialmente sumergidas en un licor. Se crea un floculo biótico que proporciona el substrato requerido.

1.3.2.2.5.- Reactor biológico de cama móvil

El reactor biológico de cama móvil (MBBR, por sus siglas en inglés) asume la adición de medios inertes en vasijas de fangos activos existentes para proveer sitios activos para que se adjunte la biomasa. Esta conversión hace como resultante un sistema de crecimiento. Las ventajas de los sistemas de crecimiento adjunto son:

- 1) Mantener una alta densidad de población de biomasa
- 2) Incrementar la eficiencia del sistema sin la necesidad de incrementar la concentración del licor mezclado de sólidos.
- 3) Eliminar el costo de operación de la línea de retorno de fangos activos.

1.3.2.2.6.- Filtros aireados biológicos

Filtros aireados (o anóxicos) biológicos (BAF) combinan la filtración con reducción biológica de carbono, nitrificación o desnitrificación. BAF incluye usualmente un reactor lleno de medios de un filtro. Los medios están en la suspensión o apoyados por una capa en el pie del filtro. El propósito doble de este medio es soportar altamente la

biomasa activa que se une a él y a los sólidos suspendidos del filtro. La reducción del carbón y la conversión del amoníaco ocurre en medio aerobio y alguna vez alcanzado en un sólo reactor mientras la conversión del nitrato ocurre en una manera anóxica. BAF es también operado en flujo alto o flujo bajo dependiendo del diseño especificado por el fabricante. (ITGM, 1995)

1.3.2.3.- Tratamiento terciario

El tratamiento terciario proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, campo, etc.) Más de un proceso terciario del tratamiento puede ser usado en una planta de tratamiento. Si la desinfección se practica siempre en el proceso final, es siempre llamada pulir el efluente. (Hernández, 1990)

1.3.2.3.1.- Filtración

La filtración de arena remueve gran parte de los residuos de materia suspendida. El carbón activado sobrante de la filtración remueve las toxinas residuales.

1.3.2.3.2.- Lagunaje

El tratamiento de lagunas proporciona el establecimiento necesario y fomenta la mejora biológica de almacenaje en charcos o lagunas artificiales. Estas lagunas son altamente aerobias y la colonización por los macrophytes nativos, especialmente cañas, se dan a menudo. Los invertebrados de alimentación del filtro pequeño tales como Daphnia y especies de Rotifera asisten grandemente al tratamiento removiendo partículas finas. (Hernández, 1990)

1.3.2.3.3.- Tierras húmedas construidas

Las tierras húmedas construidas incluyen camas de caña y un rango similar de metodologías similares que proporcionan un alto grado de mejora biológica aerobia y pueden ser utilizados a menudo en lugar del tratamiento secundario para las comunidades pequeñas, también para la phytoremediation. (Hernández, 1990)

1.3.2.3.4.- Remoción de nutrientes

Las aguas residuales nutrientes pueden también contener altos niveles de nutrientes (nitrógeno y fósforo) que eso en ciertas formas puede ser tóxico para peces e invertebrados en concentraciones muy bajas (por ejemplo amoníaco) o eso puede crear condiciones insanas en el ambiente de recepción (por ejemplo: mala hierba o crecimiento de algas). Las malas hierbas y las algas pueden parecer ser una edición estética, pero las algas pueden producir las toxinas, y su muerte y consumo por las bacterias (decaimiento) pueden agotar el oxígeno en el agua y sofocar los pescados y la otra vida acuática. Cuando se recibe una descarga de los ríos a los lagos o a los mares bajos, los nutrientes agregados pueden causar pérdidas entrópicas severas perdiendo muchos peces sensibles a la limpieza del agua. El retiro del nitrógeno o del fósforo de las aguas residuales se puede alcanzar mediante la precipitación química o biológica. (Hernández, 1990)

La remoción del nitrógeno se efectúa con la oxidación biológica del nitrógeno del amoníaco al nitrato (nitrificación que implica nitrificar bacterias tales como *Nitrobacter* y *Nitrosomonas*), y entonces mediante la reducción el nitrato es convertido al gas del nitrógeno (desnitrificación), que se lanza a la atmósfera. Estas conversiones requieren condiciones cuidadosamente controladas para permitir la formación adecuada de comunidades biológicas. Los filtros de arena, las lagunas y las camas de lámina se pueden utilizar para reducir el nitrógeno. Algunas veces, la conversión del amoníaco tóxico al nitrato solamente se refiere a veces como tratamiento terciario.

El retiro del fósforo se puede efectuar biológicamente en un proceso llamado retiro biológico realizado del fósforo. En este proceso específicamente bacteriano, llamadas *Polyphosphate* que acumula organismos, se enriquecen y acumulan selectivamente grandes cantidades de fósforo dentro de sus células. Cuando la biomasa enriquecida en estas bacterias se separa del agua tratada, los biosólidos bacterianos tienen un alto valor del fertilizante. El retiro del fósforo se puede alcanzar también, generalmente por la precipitación química con las sales del hierro (por ejemplo: cloruro férrico) o del aluminio (por ejemplo: alumbre). El fango químico que resulta, sin embargo, es difícil de operar, y el uso de productos químicos en el proceso del tratamiento es costoso. Aunque esto hace la operación difícil y a menudo sucia, el retiro químico del fósforo requiere una huella significativamente más pequeña del equipo que la de retiro biológico y es más fácil de operar. (Hernández, 1990)

1.3.2.3.5.- Desinfección

El propósito de la desinfección en el tratamiento de las aguas residuales es reducir substancialmente el número de organismos vivos en el agua que se descargará nuevamente dentro del ambiente. La efectividad de la desinfección depende de la calidad del agua que es tratada (por ejemplo: turbiedad, pH, etc.), del tipo de desinfección que es utilizada, de la dosis de desinfectante (concentración y tiempo), y de otras variables ambientales. El agua turbia será tratada con menor éxito puesto que la materia sólida puede blindar organismos, especialmente de la luz ultravioleta o si los tiempos del contacto son bajos. Generalmente, tiempos de contacto cortos, dosis bajas y altos flujos influyen en contra de una desinfección eficaz. Los métodos comunes de desinfección incluyen el ozono, la clorina, o la luz UV. La Cloramina, que se utiliza para el agua potable, no se utiliza en el tratamiento de aguas residuales debido a su persistencia. (Hernández, 1990)

La desinfección con cloro sigue siendo la forma más común de desinfección de las aguas residuales en Norteamérica debido a su bajo historial de costo y del largo plazo de la eficacia. Una desventaja es que la desinfección con cloro del material orgánico residual puede generar compuestos orgánicamente clorados que pueden ser carcinógenos o dañinos al ambiente. La clorina o las "cloraminas" residuales puede también ser capaces de tratar el material con cloro orgánico en el ambiente acuático natural. Además, porque la clorina residual es tóxica para especies acuáticas, el efluente tratado debe ser químicamente desclorinado, agregándose complejidad y costo del tratamiento. (Hernández, 1990)

1.4.- El tratamiento de los fangos

Para Pesson (1985) los sólidos primarios gruesos y los bio sólidos secundarios acumulados en un proceso del tratamiento de aguas residuales se debe tratar y disponer de una manera segura y eficaz. Este material a menudo se contamina inadvertidamente con los compuestos orgánicos e inorgánicos tóxicos (por ejemplo: metales pesados). El propósito de la digestión es reducir la cantidad de materia orgánica y el número de los microorganismos presentes en los sólidos que causan enfermedades. Las opciones más comunes del tratamiento incluyen la digestión anaerobia, la digestión aerobia, y el abonamiento.

1.4.1.- La digestión anaeróbica

La digestión anaeróbica es un proceso bacteriano que se realiza en ausencia del oxígeno. El proceso puede ser la digestión termofílica en la cual el fango se fermenta en tanques en una temperatura de 55°C o mesofílica, en una temperatura alrededor de 36°C. Sin embargo permitiendo tiempo de una retención más corta, así en los pequeños tanques, la digestión termofílica es más expansiva en términos de consumo de energía para calentar el fango. (Pesson, 1985) ;(Ronzano, 2002)

La digestión anaerobia genera bio gas con una parte elevada de metano que se puede utilizar para el tanque y los motores o las micro turbinas del funcionamiento para otros procesos en sitio. En plantas de tratamiento grandes suficiente la energía se puede generar de esta manera de producir más electricidad que las máquinas requieren. La generación del metano es una ventaja dominante del proceso anaeróbico. Su desventaja dominante es la de largo plazo requerida para el proceso (hasta 30 días) y el alto costo de capital.

La planta de tratamiento de aguas residuales de Goldbar en Edmonton, Alberta, Canadá utiliza actualmente el proceso. Bajo condiciones del laboratorio es posible generar directamente cantidades útiles de electricidad del fango orgánico usando bacterias electroquímicas activas naturales. Potencialmente, esta técnica podría conducir a una forma ecológico positiva de generación de energía, pero para ser eficaz una célula de combustible tan microbiana debe maximizar el área de contacto entre el efluente y la superficie bacteria-revestida del ánodo, que podrían obstaculizar seriamente rendimiento de procesamiento.

1.4.2.- Digestión aeróbica

La digestión aeróbica es un proceso bacteriano que ocurre en presencia del oxígeno. Bajo condiciones aeróbicas, las bacterias consumen rápidamente la materia orgánica y la convierten en el bióxido de carbono. Una vez que haya una carencia de la materia orgánica, las bacterias mueren y son utilizadas como alimento por otras bacterias. Esta etapa del proceso se conoce como respiración endógena. La reducción de los sólidos ocurre en esta fase. Porque ocurre la digestión aeróbica mucho más rápidamente, los costos de capital de digestión aerobia son más bajos. Sin embargo, los gastos de explotación son característicos por ser mucho mayores para la digestión aeróbica debido a los costes energéticos para la aireación necesitada para agregar el oxígeno al proceso. (Pesson, 1985) ;(Ronzano, 2002)

1.4.3.- La composta o abonamiento

El abonamiento o composta es también un proceso aeróbico que implica el mezclar de los sólidos de las aguas residuales con fuentes del carbón tales como aserrín, paja o virutas de madera. En presencia del oxígeno, las bacterias digieren los sólidos de las aguas residuales y la fuente agregada del carbón y, al hacer eso, producen una cantidad grande de calor. Los procesos anaerobios y aerobios de la digestión pueden dar lugar a la destrucción de microorganismos y de parásitos causantes de enfermedades a un suficiente nivel para permitir que los sólidos digeridos que resultan sean aplicados con seguridad a la tierra usada como material de la enmienda del suelo (con las ventajas similares a la turba) o usada para la agricultura como fertilizante a condición de que los niveles de componentes tóxicos son suficientemente bajos. (Ronzano, 2002)

1.4.4.- La depolimerización termal

La depolimerización termal utiliza pirólisis acuosa para convertir los organismos complejos reducidos al aceite. El hidrógeno en el agua se inserta entre los vínculos químicos en polímeros naturales tales como grasas, las proteínas y la celulosa. El oxígeno del agua combina con el carbón, el hidrógeno y los metales. El resultado es aceite, gases combustibles de la luz tales como metano, propano y butano, agua con las sales solubles, bióxido de carbono, y un residuo pequeño del material insoluble inerte que se asemeja a la roca y al carbón pulverizados. Se destruyen todos los organismos y muchas toxinas orgánicas. Las sales inorgánicas tales como nitratos y fosfatos siguen siendo en el agua después del tratamiento en los niveles suficientemente altos que el tratamiento adicional está requerido. (Ronzano, 2002)

La energía de descomprimir el material se recupera, y el calor y la presión de proceso se accionan generalmente de los gases combustibles ligeros. El aceite se trata generalmente más lejos para hacer un grado ligero útil refinado del aceite, tal como ningunos diesel y ningún aceite de calefacción, y después se vende.

La elección de un método de tratamiento sólido de las aguas residuales depende de la cantidad de sólidos generados y de otras condiciones específicas del lugar. Sin embargo, generalmente el abonamiento es lo más a menudo posible aplicado a los

usos en pequeña escala seguidos por la digestión aerobia y entonces la digestión anaerobia para grandes escalas como en los municipios. (Ronzano, 2002)

1.4.5.- Deposición de fangos

Cuando se produce un fango líquido, un tratamiento adicional puede ser requerido para hacerlo conveniente para la disposición final. Típicamente, los fangos se espesan (desechado) para reducir los volúmenes transportados para la disposición. Los procesos para reducir el contenido en agua incluyen lagunas en camas de sequía para producir una torta que pueda ser aplicada a la tierra o ser incinerada; el presionar, donde el fango se filtra mecánicamente, a través de las pantallas del paño para producir a menudo una torta firme; y centrifugación donde el fango es espesado centrífugo separando el sólido y el líquido. Los fangos se pueden disponer por la inyección líquida para aterrizar o por la disposición en un terraplén. Hay preocupaciones por la incineración del fango debido a los agentes contaminadores del aire en las emisiones, junto con el alto coste de combustible suplemental, haciendo esto medios menos atractivos y menos comúnmente construidos del tratamiento y de la disposición del fango.

No hay proceso que elimine totalmente los requisitos para la disposición de bio sólidos. En Australia del sur, después de la centrifugación, el fango entonces es secado totalmente por la luz del sol. Los biosólidos ricos en nutrientes entonces se proporcionan a los granjeros para utilizar como fertilizante natural. Este método ha reducido la cantidad de terraplén generada por el proceso cada año. (Ronzano, 2002)

1.4.6.- El tratamiento en el ambiente de recepción

Según Seoanez, (1995) la introducción de aguas residuales que trata la planta fluyen en los procesos de muchos ríos pequeños, en una planta de tratamiento de aguas residuales se diseñan los procesos naturales del tratamiento que ocurren en el ambiente, si ese ambiente es un cuerpo natural del agua o la tierra. Si no se ha sobrecargado, las bacterias en el ambiente consumirán los contaminantes orgánicos, aunque ésta reducirá los niveles del oxígeno en el agua y puede cambiar perceptiblemente la ecología total del agua de recepción. Las poblaciones bacterianas nativas alimentan en los contaminantes orgánicos, y los números de microorganismos que causan enfermedades son reducidos por condiciones ambientales naturales tales como depredación, exposición a la radiación ultravioleta, etc. Por lo tanto en caso de que el ambiente de recepción proporcione un de alto nivel de la dilución, un alto grado

del tratamiento de aguas residuales no puede ser requerido. Sin embargo, la evidencia reciente ha demostrado que los niveles muy bajos de ciertos contaminantes en aguas residuales, incluyendo las hormonas (de la agricultura animal y del residuo de píldoras humanas del control de la natalidad) y los materiales sintéticos tales como phthalates, pueden tener un impacto adverso imprevisible en el medio natural y potencialmente en seres humanos si el agua se reutiliza para el agua potable. En los E.E.U.U., las descargas incontroladas de las aguas residuales al ambiente no se permiten bajo ley, y los requisitos terminantes de la calidad del agua han de ser conocidos. Una amenaza significativa en las décadas que vienen será las descargas incontroladas de aumento de las aguas residuales dentro de países en vías de desarrollo rápidamente.

1.5.-Fosas Sépticas

Según Unda Opaso, et al (1989), Las fosas sépticas están constituidas por una cámara o fosa, cerrada en la que penetran aguas servidas para sufrir su primera de depuración.

Las aguas desembocan en la parte inferior mediante un tubo sumergido. La reducción de velocidad que sufren las aguas servidas da lugar a la sedimentación de gran parte de los sólidos que se depositan en fondo del tanque.

Las bacterias anaerobias entran en acción verificándose el primer proceso de mineralización de la materia orgánica. En la superficie del líquido se forma una capa de espuma.

Los lodos que se depositan en el fondo del tanque deben ser extraídos periódicamente para impedir que acabe llenándose.

Por el proceso anaerobio la mayor parte de las partícula en suspensión se transforman por una parte en gases que escapan al exterior con el líquido efluente que sale del tanque a través de la tubería que conduce al líquido a la instalación de tratamiento final.

Por lo expuesto el sistema de tratamiento consiste básicamente de la fosa o tanque séptico propiamente dicho y un sistema de tratamiento posterior que va hacer de campos de oxidación.

El tamaño del tanque va hacer calculado o viene dado por factores principales que son los siguientes:

- ❖ Cantidad de aguas servidas diarias a tratar
- ❖ Periodo de retención 1 a 3 días; generalmente es 24 horas
- ❖ Espacio para lodos (limpieza cada 2 a 3 anos)

La cantidad de aguas servidas de una población se estima como 70 – 80% del agua de abastecimiento que se suministra a la población.

Para edificios debemos tomar en cuenta los valores de la tabla:

Edificio de vivienda	150ls/persona/día
Casa de campo	12ls/persona/día
Escuela sin comedor	45ls/persona/día
Cuarteles	300ls/persona/dia
Hospitales	600ls/persona/dia
Fabricas	45ls/persona/dia

Según Unda Opaso, etal (1989), En una fosa séptica se debe prever un espacio para los lodos. Se estima que la cantidad de lodo acumulado varia entre 30-60 litros/persona/entre periodos de limpieza (2 años).

El cálculo de volumen líquido en una fosa séptica (capacidad efectiva), para caudales diarios de aguas servidas hasta 1890 litros por día deberá ser mínimo de 2840 litros o 2,84

Si los caudales son mayores a 1890 y menores a 5680 litros por día, el volumen del líquido se calcula con la formula siguiente:

$$V= 1.5 Q$$

Donde Q = cantidad de aguas servidas por día

Para caudales mayores a 5680 litros por dia y menores a 54882 litros por día, el volumen del líquido se calcula con la siguiente expresión:

$V_{\text{liquido}} = 4260 \text{ litros} + 0.75Q$

Q= cantidad de aguas servidas por día

Cuando se tiene caudales de aguas servidas superiores a 54882 litros por día, se recomienda usar tanques Imhoff.

La altura del líquido en una fosa séptica no debe ser mayor a 1.2 metros, para dimensionamiento mayores esta altura se impone el diseñador.

La fosa séptica tiene generalmente una sección rectangular, siendo el largo dos veces el ancho.

Entre el nivel del líquido y la losa de cubierta de la fosa séptica debe haber una altura que varía entre 30 y 40 cm.

Según Unda Opass, et al (1989), Las fosas sépticas necesitan de una limpieza periódica aproximadamente cada 2 años, requieren que los lodos sean retirados para evitar que la velocidad del líquido se incremente y sólidos puedan salir con el efluente.

Se deben realizar revisiones periódicamente para constatar la altura del lodo, para lo cual se utilizaran pértigas especiales. Cuando se vayan hacer visitas u observaciones no se deben cercar al pozo mecánicos o antorchas porque pueden producirse una explosión debido a la presencia de metano.

Cuando una persona vaya a introducirse al interior de una fosa séptica deberá hacerlo luego de que la o las tapas de las bocas de visita hayan sido retiradas y se hubiere ventilado lo suficiente luego de esto, quien descienda al interior deberá ir atado con una cuerda como medida de seguridad.

Los lodos extraídos de una fosa séptica deberán ser enterrados. No se deben usar como abono porque contienen materia orgánica semi digerida.

El efluente de una fosa séptica (líquido de color pardo oscuro muy mal oliente) contiene aun materia orgánica semi estabilizada.

Este liquido debe ser dispuesto de tal manera que se infiltre en el sub suelo, será allí donde las bacterias aerobias del suelo terminen con el proceso de estabilización.

1.6.- El déficit mundial del tratamiento

Visto de una perspectiva mundial existe capacidad inadecuada del tratamiento de las aguas residuales, especialmente en países poco desarrollados. Esta circunstancia ha existido desde, por lo menos, los años 70 y es debido a la superpoblación, a la crisis del agua y al costo de construir sistemas de tratamiento de aguas residuales. El resultado del tratamiento inadecuado de las aguas residuales es aumentos significativos de la mortalidad (sobre todo) de enfermedades prevenibles; por otra parte, este impacto de la mortalidad es particularmente alto entre los infantes y otros niños en países subdesarrollados, particularmente en los continentes de África y de Asia. Particularmente, en el año 2000, los Naciones Unidas han establecido que 2.64 mil millones personas tenían el tratamiento y/o disposición de las aguas residuales inadecuado. Este valor representó a 44 por ciento de la población global, pero en África y Asia aproximadamente la mitad de la población no tenía ningún acceso cualesquiera a los servicios del tratamiento de aguas residuales. (Seoanez, 1995)

1.7.- Potenciales impactos ambientales

Los contaminantes de las aguas servidas municipales, o aguas servidas domésticas, son los sólidos suspendidos y disueltos que consisten en: materias orgánicas e inorgánicas, nutrientes, aceites y grasas, sustancias tóxicas, y microorganismos patógenos. Los desechos humanos sin un tratamiento apropiado, eliminados en su punto de origen o recolectados y transportados, presentan un peligro de infección parasitaria (mediante el contacto directo con la materia fecal), hepatitis y varias enfermedades gastrointestinales, incluyendo el cólera y tifoidea (mediante la contaminación de la fuente de agua y la comida). Cabe mencionar que el agua de lluvia urbana puede contener los mismos contaminantes, a veces en concentraciones sorprendentemente altas. (Seoanez, 1995)

Cuando las aguas servidas son recolectadas pero no tratadas correctamente antes de su eliminación o reutilización, existen los mismos peligros para la salud pública en las proximidades del punto de descarga. Si dicha descarga es en aguas receptoras, se presentarán peligrosos efectos adicionales (p.ej. el hábitat para la vida acuática y marina es afectada por la acumulación de los sólidos; el oxígeno es disminuido por la

descomposición de la materia orgánica; y los organismos acuáticos y marinos pueden ser perjudicados aún más por las sustancias tóxicas, que pueden extenderse hasta los organismos superiores por la bio-acumulación en las cadenas alimenticias). Si la descarga entra en aguas confinadas, como un lago o una bahía, su contenido de nutrientes puede ocasionar la eutrofización, con molesta vegetación que puede afectar a las pesquerías y áreas recreativas. Los desechos sólidos generados en el tratamiento de las aguas servidas (grava, cerniduras, y fangos primarios y secundarios) pueden contaminar el suelo y las aguas si no son manejados correctamente.

Los proyectos de aguas servidas son ejecutados a fin de evitar o aliviar los efectos de los contaminantes descritos anteriormente en cuanto al ambiente humano y natural. Cuando son ejecutados correctamente, su impacto total sobre el ambiente es positivo.

Los impactos directos incluyen la disminución de molestias y peligros para la salud pública en el área de servicio, mejoramientos en la calidad de las aguas receptoras, y aumentos en los usos beneficiosos de las aguas receptoras. Adicionalmente, la instalación de un sistema de recolección y tratamiento de las aguas servidas posibilita un control más efectivo de las aguas servidas industriales mediante su tratamiento previo y conexión con el alcantarillado público, y ofrece el potencial para la reutilización beneficiosa del efluente tratado y de los fangos. (Seoanez, 1995)

Los impactos indirectos del tratamiento de las aguas residuales incluyen la provisión de sitios de servicio para el desarrollo, mayor productividad y rentas de las pesquerías, mayores actividades y rentas turísticas y recreativas, mayor productividad agrícola y forestal o menores requerimientos para los fertilizantes químicos, en caso de ser reutilizado el efluente y los fangos, y menores demandas sobre otras fuentes de agua como resultado de la reutilización del efluente.

De éstos, varios potenciales impactos positivos se prestan para la medición, por lo que pueden ser incorporados cuantitativamente en el análisis de los costos y beneficios de varias alternativas al planificar proyectos para las aguas servidas. Los beneficios para la salud humana pueden ser medidos, por ejemplo, mediante el cálculo de los costos evitados, en forma de los gastos médicos y días de trabajo perdidos que resultarían de un saneamiento defectuoso. Los menores costos del tratamiento de agua potable e industrial y mayores rentas de la pesca, el turismo y la recreación, pueden servir como mediciones parciales de los beneficios obtenidos del mejoramiento de la calidad de las aguas receptoras. En una región donde es grande la demanda de viviendas, los

beneficios provenientes de proporcionar lotes con servicios pueden ser reflejados en parte por la diferencia en costos entre la instalación de la infraestructura por adelantado o la adecuación posterior de comunidades no planificadas. (Seoanez, 1995).

A menos que sean correctamente planificados, ubicados, diseñados, construidos, operados y mantenidos, es probable que los proyectos de aguas servidas tengan un impacto total negativo y no produzcan todos los beneficios para los cuales se hizo la inversión, afectando además en forma negativa a otros aspectos del medio ambiente.

1.7.1 Problemas socioculturales

Las instalaciones de tratamiento requieren tierra; su ubicación puede resultar en la repoblación involuntaria. Es más, las obras de tratamiento y eliminación pueden crear molestias en las cercanías inmediatas, al menos ocasionalmente. A menudo, las tierras y los barrios elegidos, corresponden a los "grupos vulnerables" que son los menos capacitados para afrontar los costos de la reubicación y cuyo ambiente vital ya está alterado. Se debe tener cuidado de ubicar las instalaciones de tratamiento y eliminación donde los olores o ruidos no molestarán a los residentes u otros usuarios del área, manejar la reubicación con sensibilidad, e incluir en el plan de atenuación del proyecto, provisiones para mitigar o compensar los impactos adversos sobre el medio ambiente humano. Si no se incluye estas consideraciones en la planificación del proyecto, existe el riesgo sustancial de resolver un problema ambiental de la comunidad mediante su transferencia a otro. (Seoanez, 1995).

1.8.- Parámetros y propiedades biológicas del agua

1.8.1.- Parámetros Biológicos del Agua

Para Logroño (2008) todos los organismos que se encuentran en el agua son importantes en el momento de establecer el control de la calidad de la misma sin considerar si tienen su medio natural de vida en el agua o pertenecen a poblaciones transitorias introducidas por el ser humano; si su crecimiento lo propician los nutrientes presentes en el escurrimiento natural y en aguas residuales municipales o lo frenan los venenos procedentes de la actividad agrícola o industrial; y si tienen capacidad para intoxicar a las personas y a los animales superiores.

Habitualmente los estudios están basados en un número de organismos significativos y cuantitativamente determinables, en los cambios de las condiciones de su existencia

y sus efectos, y en la identificación sistemática y enumeración estadística de las poblaciones.

Se debe conocer la forma de los patógenos hídricos y determinar su presencia y origen, la magnitud y oscilación de su número, el curso de su ciclo vital y el índice de su supervivencia.

A efectos prácticos, el interés se centra en la presencia e importancia de organismos sustitutos como indicadores de la posible presencia de patógenos y sobre la necesidad de adoptar medidas efectivas para la destrucción o control de estos.

Por otro lado hay también muchos organismos que sirven como índice de calidad del estado de un agua.

Los parámetros biológicos en las aguas residuales son de mucho interés. La normativa recoge una serie de análisis microbiológicos según se efectúe sobre las aguas un análisis mínimo, coliformes totales y fecales; uno normal, los anteriores más estos, bacterias aerobias a 37°C, estreptococos fecales, clostridios sulfito-reductores; o completo, los anteriores más aerobias a 22°C, microorganismos parásitos y/o patógenos. (Logroño, 2008)

Para completar el análisis microbiológico de aguas residuales se hacen también los análisis que indiquen la presencia de salmonellas, estafilococos patógenos, bacteriófagos fecales y enterovirus. Además el agua no deberá contener algas ni organismos parásitos.

Los parámetros biológicos se usan como índices de calidad de aguas. Hay muchos seres vivos que se emplean como indicadores de la calidad de un agua. Así, según predominen unos organismos u otros, podremos saber el estado de un agua. Además sabemos que, en el caso de un vertido, el contaminante se diluye en el agua y, a veces, se hace difícil su detección, pero el efecto causado al ecosistema perdura durante más tiempo. Entre estos organismos podemos citar a macroinvertebrados o a ciertas especies de algas, diatomeas. (Logroño, 2008)

1.8.2.- Estudio Hidrobiológico

Según la OMS, (2004) la realización de un estudio hidrobiológico permite:

- ❖ Proporcionar datos sobre el estado de un sistema acuático de forma regular.
- ❖ Documentar la variabilidad a corto y largo plazo de la calidad del agua por fenómenos naturales o actividades humanas.

- ❖ Evaluar el impacto de la polución producido por la actividad humana.
- ❖ Evaluar la influencia de ciertas zonas de muestreo sobre la fauna del lugar.
- ❖ Evaluar las características hidráulicas del cauce del río y la evolución del caudal mediante medidas de flujo. De esta manera, se puede establecer las variaciones de caudal que sufre el río a lo largo de ciclo estacional y anual.
- ❖ Realizar un estudio de la rivera.
- ❖ Evaluar los Índices Biológicos.

Una parte del estudio Hidrobiológico debe llevar a establecer los Índices Biológicos de la calidad de las aguas, los cuales contemplan a los parámetros o aspectos biológicos del medio acuático cuyas variaciones indican la existencia de modificaciones o alteraciones en dichos medios.

Dichos índices, como expresiones matemáticas que resumen un estado biológico de los ecosistemas acuáticos en unos determinados números, representan un instrumento muy útil en la estimación del estado o calidad de dichos ecosistemas. Respecto al problema de la contaminación, estos índices han hecho posible que las personas encargadas de la gestión del agua como recurso natural puedan considerar la integridad ecológica de dicho recurso como un parámetro más a tener en cuenta en su manejo, e incluso pudiendo ser limitante en su planificación.

Debido a que resulta bastante difícil reducir o condensar todos los datos de campo disponibles y representarlos de forma clara y concisa para que sean fácilmente manejables e interpretables y poder sacar así conclusiones, se hace casi obligado recurrir a la ayuda de índices o expresiones matemáticas que relacionen unos datos con otros y simplifiquen su significado. Estos valores o números obtenidos son fácilmente manejables por las personas que tengan relación con la ordenación y control de las aguas o que necesiten conocer o evaluar la calidad de las mismas para la planificación de estos recursos. (OMS, 2004)

1.8.3.- Analíticas microbiológicas

Cuando queramos tener un exhaustivo control de una muestra de agua, lo primero que se ha de hacer es la analítica microbiológica, aunque no resulta una tarea fácil, pues se trabaja con organismos vivos de respuesta imprevista. La automatización en el laboratorio de microbiología no se ha desarrollado al mismo ritmo que los de otras disciplinas como es el caso de la Bioquímica, sobre todo, por la complejidad de los métodos microbiológicos.

La analítica debe ir precedida por una correcta toma de muestras y un adecuado transporte de las mismas. La manipulación de la muestra debe ser siempre efectuada de manera rigurosamente aséptica, utilizando en todo momento material estéril. Por ello, es responsabilidad del laboratorio suministrar los criterios adecuados para la recolección de muestras y su transporte, supervisar el cumplimiento de la normativa a través del personal encargado de esta función y controlar la calidad de las que recibe. El control atañe principalmente al tiempo transcurrido desde la recolección, el envase idóneo para cada muestra, la cantidad, preservación y conservación de la misma, estado en que se encuentra la muestra y la posible contaminación de la misma con material próximo al lugar de recolección. (OMS, 2004)

Al mismo tiempo se asegura el correcto funcionamiento del material y equipo como la temperatura de estufas, refrigeradores y congeladores, campanas de incubación, autoclave, aparato por el cual se esteriliza todo material mediante vapor de agua a gran temperatura, y estufas de esterilización, pipetas etc.

Una vez controlado todo lo anterior ya sólo nos queda elegir el método o técnica analítica más adecuada con relación al microorganismo que queramos determinar. A continuación se nombran las más habituales aunque no son las únicas. La coloración de Gram tiene fundamental importancia en la diferenciación morfológica y taxonómica de las bacterias. Las bacterias se clasifican en dos grandes grupos según retengan o no el colorante de base usado en la tinción, que es el violeta de genciana o el cristal violeta:

- ❖ Las bacterias grampositivas aparecen con el citoplasma teñido uniformemente de color azul o violeta.
- ❖ Las bacterias gramnegativas se tiñen de rojo por el colorante usado como contrastador, fuchina, safranina.

La diferencia entre unas y otras radica en la composición química de la pared celular y su permeabilidad. La pared de las gramnegativas es más delgada y presenta un contenido en lípidos, grasas, diez veces superior que el de las grampositivas, lo cual dificulta la tinción y la retención del colorante en el citoplasma.

La filtración por membrana consiste en la filtración mediante un filtro estéril, y su posterior siembra en placas de Petri sobre un medio de cultivo específico para ellas y con el cual se las favorece en su crecimiento, de un volumen determinado del agua a analizar. Posteriormente se cuentan las unidades formadoras de colonias, u.f.c., y se expresan con relación a dicho volumen de agua. (OMS, 2004)

1.9.- Enfermedades de transmisión Hídrica

Según la OMS, (1996) el número de muertes anuales, directamente relacionadas con el consumo de agua no potable, en el mundo es ya de tres millones.

Según Sánchez, (1997) casi la mitad de la población de los países en desarrollo padece enfermedades transmitidas por el agua. Este grupo comprende enfermedades gastroentéricas tales como la giardiasis, la hepatitis A y los rotavirus, así como las enfermedades epidémicas clásicas que se transmiten por el agua: Cólera, Disentería y Fiebre Tifoidea (Ver tabla 1).

Entre las enfermedades transmitidas por el agua, el grupo de las enfermedades diarreicas es la causa principal de mortalidad y morbilidad infantil en los países en desarrollo según la OPS, (1996).

Se calcula que del total de defunciones mundiales vinculadas con la diarrea, más del 90% ocurren en niños de menos de cinco años de edad y son causadas por enfermedades que no son el Cólera. (OPS, 1996)

Tabla 1.4: Enfermedades transmitidas por el agua

Enfermedades	Organismos Causantes	Ruta de Transmisión
Cólera	Vibrio chlorae, incluido el biotipo El Tor	hombre-heces-agua y alimentos-hombre
Tifoidea, paratifoidea	Salmonella typhi Salmonella paratyphi: A,B,C,	hombre-heces-agua y alimentos-hombre
Disentería Bacilar	Shigella	hombre-heces (<u>moscas</u>) alimentos-(<u>agua</u>)-hombre
Disentería Amibiana	Entamoeba histolytica	hombre-heces-(<u>moscas</u>) alimentos-(<u>agua</u>)-hombre
Hepatitis Infecciosa	Virus de la hepatitis A	hombre-heces-(<u>agua</u>)- alimentos-hombre
Enfermedades Diarreicas	Shigella, salmonella, Escherichia coli, parásitos, virus	hombre-heces-(<u>moscas</u>) alimentos-hombre

Fuente: OMS. La desinfección del agua. Oficina Regional Europea, 1996

Existen también otras enfermedades en las que el agua, aunque no sea la vía principal de transmisión en gran escala, localmente puede tener un significado especial. Este es el caso de la **ascariasis** y la **criptosporidiosis**, y en circunstancias favorables la buena calidad del agua puede ser incluso un factor contribuyente al control de la **leptospirosis**, la cisticercosis, la esquistosomiasis y la hidatidosis. Debido a la importancia del agua como vía de transmisión de estas enfermedades, la desinfección de esta para consumo humano constituye una de las medidas más efectivas para controlar la incidencia. (Witt y Reiff, 1993)

1.10.- Límites permisibles de calidad de agua para consumo humano

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas.

1.10.1.- Límites permisibles de características bacteriológicas

Según la OMS, (2004) el contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 1.5.

Bajo situaciones de emergencia, las autoridades competentes deben establecer los agentes biológicos nocivos a la salud a investigar.

Tabla 1.5: Límites permisibles de características bacteriológicas

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml
	2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml
	Cero UFC/100 ml

Fuente: OMS, (2004)

Los resultados de los exámenes bacteriológicos se deben reportar en unidades de NMP/100 ml (número más probable por 100 ml), si se utiliza la técnica del número más probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana.

1.10.2.- Límites permisibles de características físicas y organolépticas

Según la OMS, (2004) las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 1.6.

Tabla 1.6: Límites permisibles de características físicas y organolépticas

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

Fuente: OMS, (2004)

1.10.3.- Límites permisibles de características químicas

El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la tabla 1.7. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad. (OMS, 2004)

Tabla 1.7: Límites permisibles de características químicas

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN ⁻)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl ⁻)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO ₃)	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F ⁻)	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 - D	50.00
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO ₄ ⁼)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

Fuente: OMS, 2004

Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos.

CAPITULO II

METODOLOGIA

El presente capítulo hace mención a cerca de la descripción de los materiales y métodos que se emplearon para la elaboración del proyecto de investigación, también se explica los métodos para la elaboración del marco teórico y de la investigación misma con el fin de cumplir los objetivos planteados. Además en este capítulo se reflejan los métodos y las técnicas que se emplearon para el análisis y el procesamiento de la información.

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION OBJETO DE ESTUDIO

La metodología con la cual se realizará el presente trabajo se enmarca dentro de la dinámica de la planificación a partir de la cual se pretende captar (aprehender e interpretar) los procesos dinámicos de interacción de los sujetos sociales entre sí y con la naturaleza, en el marco de su comportamiento cultural, étnico, social, económico, organizacional e institucional que se desarrolla en la región, a partir del cual se formularán y expresarán, potencialidades y viabilidades respecto de las acciones a emprender.

Bajo estas premisas, la elaboración de un diagnóstico que conduzca hacia la formulación de una propuesta de tratamiento de las aguas superficiales de las aguas de la cuenca baja río Puyo, sobre la realidad actual para incidir en sus transformaciones y cambios a futuro para generar bajo una relativa conducción de los procesos una realidad cualitativa y cuantitativamente mejor.

Precisando el análisis cualitativo y cuantitativo, se estructura en cuatro grandes temas: Descripción general del sector e indicadores básicos; aspectos generales; caracterización de la zona objeto de estudio, análisis de caudales del río, aforos de caudales de las descargas contaminantes y zonificación ecológica de la microcuenca hidrográfica; cada uno de estos temas, a su vez, ha sido desagregado según sus principales componentes, buscando armonizar con los términos de referencia contractuales.

Este análisis tiene cuatro propósitos principales: establecer una caracterización integral de la problemática de la micro región, identificar, definir zonas de intervención

y establecer una propuesta de tratamiento para las aguas de la cuenca baja del río Puyo.

Durante la fase de estudio del proyecto de la Micro cuenca se implementará una metodología participativa y experiencial. En los diagnósticos socioeconómicos se realizarán encuestas de acuerdo a un censo cuyas unidades de muestreo son las familias que viven en el área de influencia de la Micro cuenca. Posteriormente se emplearán talleres de diagnóstico participativo, cuyos protagonistas principales deben ser la población local, las organizaciones y las instituciones entre otras.

En el diagnóstico biofísico se desarrollarán reconocimientos de campo, utilizando las visitas, entrevistas y la base cartográfica. Para caracterizar la flora y fauna de la zona de influencia de la Micro cuenca, se realizarán cuadrantes en base a una intensidad de muestreo del 5 % con 95 % de probabilidades.

Para el caso de diagnóstico de recursos paisajísticos se realizarán visitas directas y se caracterizarán mediante observaciones de campo y toma de fotografías escénicas y entrevistas con los pobladores locales.

2.1.- Modalidades básicas de la investigación:

2.1.1 Investigación de campo: Por cuanto la investigación se realiza en el lugar de los hechos. Se considera a la población del sector denominado Unión Base los cuales con sus actividades diarias contaminan directa e indirectamente las aguas del río Puyo.

En esta investigación se mencionan los siguientes niveles de investigación.

2.1.2.- Exploratoria: La investigación es exploratoria ya que se realiza un proceso investigativo enfocado en diagnosticar la situación actual en la que se encuentra las aguas del río en la cuenca baja.

2.1.3.- Descriptiva: La investigación es de tipo descriptiva ya que se va a realizar un estudio que consiste en describir el sistema de tratamiento más idóneo a implementar para las aguas residuales, es decir permite observar y describir la situación real del problema a investigar.

2.2.- Descripción de metodología por áreas de estudio

La caracterización del medio físico, se inició con la recopilación de información especializada, respecto a las condiciones abióticas de la zona proveniente de estudios realizados por Instituciones Públicas y Privadas.

Para actualizar y verificar la información, como se indicó anteriormente, se realizó una fase, de investigación de campo, con varias salidas, que tuvo por objeto realizar un reconocimiento del área de influencia del proyecto, identificar áreas sensibles, identificar riesgos y tomar muestras de agua y suelos, con la información de campo y laboratorio se procedió a caracterizar los factores geológicos, edafológicos, hidrológicos y climatológicos, a la identificación y calificación de los potenciales impactos, para finalmente formular la propuesta de tratamiento.

2.2.1.- Caracterización social

Método de Encuesta: Se emplea el método de cuestionario a los habitantes de la zona. El tipo de encuesta es de hechos porque este tipo de encuestas está formado por preguntas que requieren respuestas de hechos concretos, previamente determinados. Se realizó las encuestas a toda la población existente en el área objeto de estudio.

La información secundaria sirve como un referente para el análisis de los datos poblacionales, de salud y educación del área de influencia del estudio. Los documentos utilizados provienen de datos estadísticos del SIISE versión 3.5 e INEC y estudios que permiten comprender las relaciones entre la población. La información en unos casos fue poco detallada por lo cual se requirió de la información primaria recolectada en el campo.

El objetivo de la encuesta a hogares es obtener una muestra de las características específicas de la población que se encuentra dentro del área de influencia del estudio. Las encuestas se realizaron a nivel de hogar, fueron aplicadas a un informante mayor de edad, procurando que, en lo posible, sea el jefe de familia. Las variables consideradas en la encuesta fueron: composición del hogar (sexo y edad), niveles de instrucción, incidencia de enfermedades, condiciones de vivienda y servicios básicos y percepción sobre cuestiones de medioambiente.

2.2.2.- Caracterización de la climatología

La metodología aplicada para caracterizar la climatología en los aspectos que se refiere a precipitaciones, temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento se tomo información estaciones meteorológicas ubicadas en el área de influencia del proyecto, la del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía (INAMHI) y la estación del Aeropuerto Amazonas, consistió en revisar la información, para su posteriormente realizar el procesamiento y estimación de los datos meteorológicos de la cuenca.

2.2.3.- Caracterización del suelo

El suelo es un cuerpo natural complejo, cuya caracterización e interpretación requiere de conocimientos y experiencias en campos diferentes de ésta ciencia, por tal motivo el análisis de éste componente se lo efectuó tomando en consideración dos puntos de vista:

El primero para conocer las características edafológicas, la taxonomía de las poblaciones de los suelos, su morfología, a partir de las cuales la capacidad de uso. También se analiza la cobertura vegetal y uso actual.

En función del alcance que se propuso en el estudio de suelos, los criterios para ubicar los puntos de muestreos fueron:

Que sirvan para caracterizar los suelos desde los dos puntos de vista ya señalados, dentro del área objeto de estudio;

Que sean representativos de las unidades fisiográficas y de los suelos del área de influencia del proyecto.

2.2.4.- Caracterización de la flora

Método Descriptivo o de Observación: El tipo de observación en el caso de la caracterización es directa puesto que consiste en interrelaciones de manera directa con el medio y con la gente que lo forman para realizar los estudios de campo.

La metodología para el levantamiento de la flora se eligió un punto y se describió la estructura y composición del área. Se realizaron recorridos de observación por el área de influencia directa, en aquellos sitios donde se ha intervenido la mano del hombre y también en otros que son considerados como bosque virgen, para identificar las especies vegetales presentes más conspicuas y abundantes, así como sus condiciones ecológicas, esto permitió obtener una evaluación rápida y confiable de la estructura y composición de los estratos vegetales. Se consideró esta metodología,

debido a que el área donde se desarrollará la investigación, presenta un alto grado de intervención antrópica.

En los recorridos se registraron las especies vegetales más frecuentes, lo que permitió levantar la información estructural de los diferentes tipos de vegetación.

Para el registro de especies vegetales y recorridos en el área, se obtuvo la ayuda de un guía de la comunidad.

2.2.5.- Caracterización de la fauna

Método Descriptivo o de Observación: El tipo de observación en el caso de la caracterización es directa puesto que consiste en interrelaciones de manera directa con el medio y con la gente que lo forman para realizar los estudios de campo.

Para realizar el diagnóstico de la Fauna de las diferentes áreas de influencia de los sitios donde se realizara el estudio, se ejecutaron 2 fases de trabajo; una de campo y la otra que comprende el análisis y procesamiento de datos. La aplicación de metodologías de investigación dependió directamente de las condiciones de Conservación del Ecosistema existente en las áreas de influencia del estudio.

2.2.6.- Caracterización del componente hidrológico

Los métodos utilizados para la caracterización del componente en mención fueron:

Método Experimental: Se empleo con el fin de medir el comportamiento de los niveles de contaminación de las descargas el río Puyo para lo que se identifico 3 descargas puntuales y definidas.

Método Estadístico: Se utiliza para la recopilación, la elaboración e interpretación de los datos numéricos obtenidos en los diferentes análisis realizados. Los resultados obtenidos en la encuesta en la cual se recaba información socioeconómica y ambiental aplicada a los pobladores del sector se analizaran en el programa Excell (2003).

Aforo del caudal del río

Para el aforo de caudales del río se realizó el aforo con flotadores. Se realizó con flotadores se escogió una sección recta del río y se midió y demarco una distancia de 20 metros conocida a lo largo del mismo; se debe colocar suavemente sobre la superficie del agua un elemento flotante en el canal y simultáneamente activar el cronometro y medir el tiempo transcurrido hasta que el objeto termine de recorrer la

distancia asignada. Se repitió este proceso varias veces y calcular el promedio. El objeto flotante se arrojó suavemente sobre la corriente, para que este no le imprima una fuerza adicional que pueda afectar la medición.

La velocidad del agua se calcula de la siguiente manera:

$$\diamond V = X / t$$

Donde

- ❖ V = Velocidad superficial, m/s
- ❖ X = Longitud recorrida por el elemento flotante, m
- ❖ t = Tiempo de recorrido del elemento flotante, s

Aforo de caudales de descargas de las aguas residuales

En el aforo de caudales de las descargas se utilizó el aforo volumétrico para lo cual se requiere un cronómetro y un recipiente aforado (balde de 10 o 20 litros con graduaciones de 1 L). Se utiliza un balde para caudales bajos o una caneca cuando se deban manejar grandes caudales.

El recipiente se colocó bajo la corriente o vertimiento de tal manera que reciba todo el flujo; simultáneamente se activa el cronómetro. Este proceso inició en el preciso instante en que el recipiente se introduce a la corriente o vertimiento y se detiene en el momento en que se retira de ella.

Se toma un volumen de muestra cualquiera dependiendo de la velocidad de llenado y se mide el tiempo transcurrido desde que se introduce a la corriente o vertimiento hasta que se retira de ella.

Para establecer las descargas estas fueron designadas por su importancia y facilidad para la obtención de datos, a continuación las describimos:

- ❖ Sección I: Descarga 1
- ❖ Sección II: Descarga 2
- ❖ Sección III: Descarga 3

Análisis de las aguas del Río

Para realizar las tomas de aguas del río se utilizo frascos de 365 cm³ para luego ser mezcladas al finalizar el monitoreo y así obtener un patrón diario

En cada punto se tomaban los datos de temperatura y Ph cada hora y media. Empezando a las 8 de la mañana y terminando a las 12:30am

Para la determinación del pH se utilizo:

1. pHmetro la utilización de este aparato es bastante sencilla, se añadió agua del muestro en un vaso de precipitados y se introduce el dispositivo, a los pocos segundos el pHmetro nos da el valor que ha medido.
2. Papel indicador: Después de determinar el pH mediante el pHmetro procedí realizar también una medida del pH utilizando un papel indicador que se introduce durante un minuto aproximadamente en el agua muestreada y después se compara el color que ha adquirido con los colores patrones que se indican el envase pudiendo así determinar el pH.

En el laboratorio de la Universidad se procedía a ser el análisis de conductividad, salinidad, sólidos totales disueltos, acidez y alcalinidad.

Para la determinación de sólidos totales disueltos, alcalinidad y acidez se describen a continuación:

1. Método Gravimétrico: Determinación de conductividad, sólidos totales y salinidad, se utilizó el potenciómetro el cual permitió ahorrar tiempo en la determinación de las variables antes dichas.
2. Método Volumétrico: Determinación de la acidez y alcalinidad dependiendo el pH de los patrones tomados cada día en los puntos de muestreos.

Análisis de las aguas de las diferentes descargas

La toma de muestra constituye en sí la fase más importante para el éxito de los resultados obtenidos en una caracterización de aguas residuales, y para ello es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

La muestra debe recolectarse en un punto antes de que el vertimiento descargue al

cuerpo receptor. Cuando hay varias descargas de un proceso al mismo canal receptor, componer la muestra. Si se presentan descargas a diferentes receptores se debe muestrear en cada una de ellas.

Para realizar los análisis químicos y físicos de las descargas de las aguas residuales se tomo las muestras cada 15 minutos en cada descarga. Se realizo un total de tres tomas de cada descarga. Para así tener unas muestras de tipo compuestas.

Las muestras fueron llevadas a los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo para su análisis. Ver anexo A

Diseño de la Fosas Sépticas

Según Unda Opaso, etal (1989), El cálculo del volumen líquido de la fosa séptica se utilizo la siguiente ecuación:

- ❖ $Q = \text{dotación agua} \times 0.8$ Donde: 0.8 coeficiente
- ❖ El resultado que se obtiene es multiplicado por el número de personas que habitan en la vivienda.

Para la determinación del volumen de lodos lo que se hace es multiplicar el numero de personas que van a utilizar fosa séptico por la cantidad de lodos producida entre limpieza (20 – 60 lts/persona/2años).

La ecuación final para el volumen de líquido de la fosa séptica seria:

- ❖ $Q = \text{volumen de dotación de agua} + \text{volumen de lodos}$

Para el cálculo del área de la de la fosa séptica se utilizo la siguiente ecuación:

- ❖ $V = A \times h \text{ (m}^3\text{)}$

Donde: V= volumen liquido de la fosa séptica; h= altura del liquido en la fosa séptica; A= área.

La ecuación para el cálculo del ancho de la fosa séptica es la siguiente:

$$\diamond A = a \times L \text{ (m}^2\text{)}$$

Donde: A= área de la fosa séptica; a= ancho de la fosa séptica; L= longitud de la fosa séptica:

Según Unda Opaso, et al (1989), En lo que respecta a al campo de infiltración el cálculo para la longitud de los tubos de oxidación es la siguiente:

$$\diamond L = \frac{N \times d}{A \times K5}$$

(m)

Donde: A= ancho de la zanja en metros, d= diámetro del tubo, N= numero de habitantes en la vivienda; K5= coeficiente de absorción del terreno.

Para la determinación la longitud de los tubos oxidación se realizo un ensayo de absorción.

Según Unda Opaso, et al (1989), El ensayo de absorción consiste en realizar un experimento en el suelo de la zona objeto de estudio. Se realizo un hoyo cuadrado de 0.30 x 0.30 m, luego se procede a llenar con agua hasta una altura de 0.15m, y se toma el tiempo medio que tarda el agua en bajar 2.5cm. Con este tiempo se entra en la curva de y se determina el índice que se deberá utilizar en los cálculos.

Cada tubo de absorción tendrá perforaciones en la parte inferior cada 0.50m en un ángulo de 122° con el fin de infiltre el agua saliente de la caja de revisión.

Entre la unión tubo de oxidación existe un espacio de 0.5cm por donde se filtrara el agua, y la unión de cada tubo estará recubierta en la parte superior por papel alquitranado o embreado.

La ubicación de los tubos se la realizara en una zanja con un ancho mayor a 0.30m. Los mismos descansaran sobre una capa de arena y ripio de 0.15 a 0.20m de altura, con la finalidad de que actúe como filtro. Cabe indicar que la altura de la zanja debe tener como mínimo una dimensión de 0.60m. Sobre los tubos de oxidación podrá ir material o suelo natural y se podrá ser utilizado con fines agrícolas.

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LA ZONA OBJETO DE ESTUDIO

En este capítulo se presenta la descripción de la zona objeto de estudio con todos sus componentes como son ubicación geográfica, caracterización socio-demográfica de la población, los resultados de las encuestas aplicadas a la población residente en la zona objeto de estudio, caracterización del medio físico, caudal ecológico y régimen de caudales de las descargas, resultados e interpretación de los análisis, propuesta de tratamiento para la zona objeto de estudio.

3.1.- Descripción de la Provincia de Pastaza

Pastaza aparece en el mapa como un triángulo cuyo vértice más sobresaliente, se incrusta la cordillera central Andina. A medida que el territorio de la Provincia se abre y amplía hacia el Oriente, teniendo como sur el cause del río Pastaza, va perdiendo altitud

- ZONA DE VIDA: De acuerdo a la clasificación de la vegetación Pastaza cuenta con las siguientes zonas:
 1. Bosque Húmedo Tropical
 2. Bosque muy húmedo tropical
 3. Páramo semisaturado sub Alpino
 4. Bosque Pluvial premontano.
 5. Bosque muy húmedo premontano.
 6. Bosque muy húmedo montano bajo
 7. Bosque pluvial montano.

Precipitación.-

- En términos generales las precipitaciones son permanentes durante todo el año debido al aporte de masas de aire húmedo provenientes de la Cuenca Amazónica. Uno de los aspectos importantes del comportamiento de las precipitaciones es que según va subiendo la altitud va aumentando la

precipitación media anual. En efecto, la estación Puyo (960 m.s.n.m.) registra una media anual de 4.516,6 mm; entre tanto la estación Pastaza (1038 m.s.n.m.) que corresponde a la zona de Pie de monte sub-andino registra una media anual de 5.130,2 mm. Los meses más lluviosos corresponden a abril, mayo y junio con promedios que oscilan entre los 463,3 mm y 507,4 mm y los menos lluviosos a enero y febrero que se ubican entre los promedios 318,0 mm y los 350,1 mm respectivamente.

- La intensidad de lluvia respecto al promedio anual es cerca de 26 a 28 milímetros por hora con un tiempo de duración de 10 minutos, lo que determina que mientras más largo es el tiempo de precipitación, la intensidad de la misma va disminuyendo.
- La humedad relativa conjuntamente con la temperatura expresa la intensidad de la evapotranspiración la cual tiene relación con la circulación del aire, la cubierta vegetal y la disponibilidad de agua aprovechable por las plantas.
- De acuerdo a los valores de la tabla en Pastaza aeropuerto (Shell) la humedad relativa es un poco mayor en comparación a la registrada en la estación Puyo. Los valores medios mensuales determina que los meses donde se registran mayor humedad relativa son marzo, abril, mayo, junio hasta julio.
- La temperatura media anual del período considerado es de 20.6°C para la estación Puyo, ascendiendo hasta 21.6 ° C para la estación Pastaza aeropuerto. De acuerdo a estudios regionales, la temperatura promedio va decreciendo con el incremento de la altitud.
- El mes más frío corresponde a Julio (19.7°C en la estación Puyo y 20.4 estación Pastaza); mientras que octubre y noviembre el más caliente (21,0°C y 21.2°C estación Puyo y 22,3°C y 22,2°C estación Pastaza).

Nubosidad.-

- La nubosidad expresada en porcentaje, es típica en la amazonía con valores altos en el transcurso del año y varía en relación directa con la precipitación, humedad relativa y temperatura, el valor medio es de 20,5 % para Pastaza aeropuerto y asciende un poquito a 21.5 % en la estación Puyo.

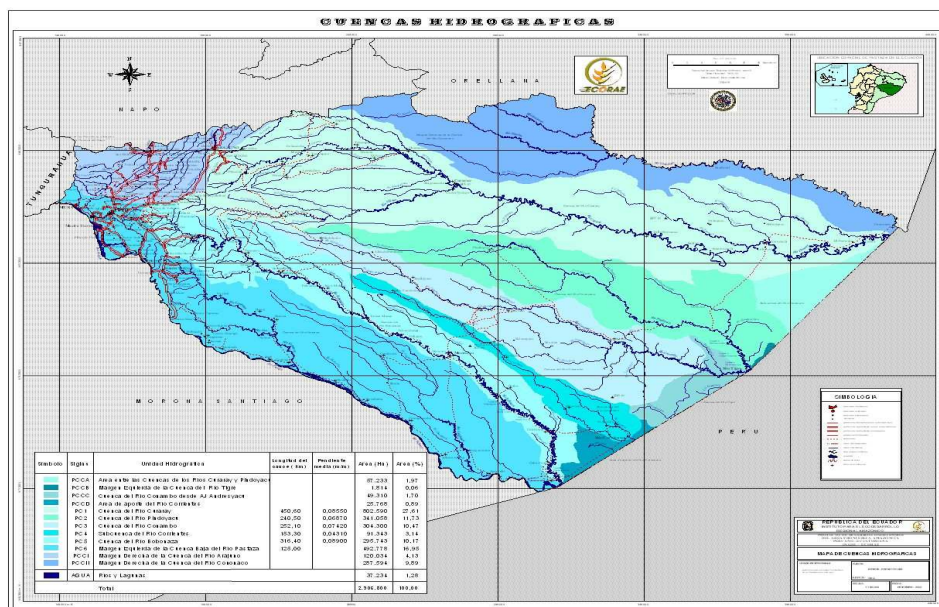
Hidrografía.-

- En la provincia de Pastaza se han identificado tres cuencas hidrográficas principales pertenecientes a los ríos Pastaza, Tigre, Curaray, este último en el

sector nor-occidental de la cuenca alta del río Napo. Entre tanto los ríos Conambo, y el Pinduyacu viene a formar la cuenca del río Tigre ya en territorio peruano y desemboca en el río Amazonas. El río Pastaza, que da su nombre a la provincia, se forma en el callejón Interandino en la confluencia de los ríos Chambo y Patate. Es afluente del Marañón o Amazonas, y el tercero más caudaloso del Ecuador, después del Napo y del Guayas.

- Los tributarios a nivel de subcuencas del río Pastaza son los ríos Copataza, Bobonaza, Capahuari, Ishpingo, Río Puyo y Alpayacu, los mismos que se le denominan subcuencas por cuanto aportan sus caudales al río Pastaza, entre tanto los ríos un tanto pequeños como el Río Pindo Grande y demás tributarios corresponden a una micro cuenca hidrográfica debido que aportan su caudal al Río Puyo.
- Por otra parte los ríos Anzu y Arajuno con importantes subcuencas son tributarios del río Napo.
- La mayoría de los afluentes de estas cuencas corren en sentido Oeste- Este y son navegables sólo desde los cursos medios.

Figura 3.1 Hidrografía de la Provincia de Pastaza



Fuente: INAMHI (2005)

Población.-

La población de la provincia por cantones esta detallada en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Población de la Provincia de Pastaza

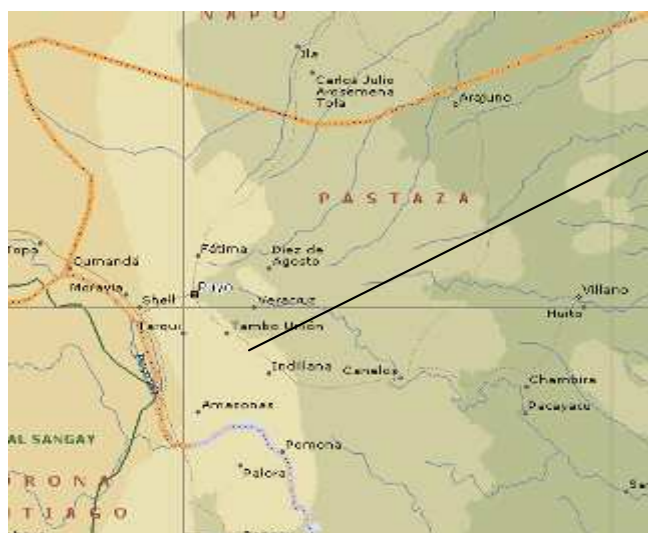
PASTAZA: POBLACIÓN POR SEXO, TASAS DE CRECIMIENTO E								
ÍNDICE DE MASCULINIDAD, SEGÚN CANTONES. CENSO 2001								
CANTONES	P O B L A C I Ó N						IM	Cantón/Prov.
	TOTAL	TCA %	HOMBRES	%	MUJERES	%	(H/M)*100%	
TOTAL PROVINCIA	61.779	3,6	31.988	51,8	29.791	48,2	107,4	100,0
PASTAZA	45.512	3,9	23.294	51,2	22.218	48,8	104,8	73,7
MERA	8.088	2,8	4.329	53,5	3.759	46,5	115,2	13,1
SANTA CLARA	3.029	2,6	1.617	53,4	1.412	46,6	114,5	4,9
ARAJUNO	5.150	3,3	2.748	53,4	2.402	46,6	114,4	8,3

Fuente: INEC, 2004

3.2.- Descripción de la zona objeto de estudio

3.2.1.- Ubicación geográfica

El Sector de Unión Base, se encuentra ubicada, a una distancia de 12 km, de la Ciudad de Puyo, en el margen derecho del río Puyo, a una altitud de 950 msnm, en las coordenadas 43845N y 82227E.



➔Zona Objeto de estudio

3.2.2.- Caracterización socio-demográfica de la población

La zona objeto de estudio cuenta con 23 viviendas, de las cuales 15 están habitadas, mientras que las 8 restantes están desocupadas o en proceso de construcción las mismas que se encuentran dispersas. Ver tabla 3.2

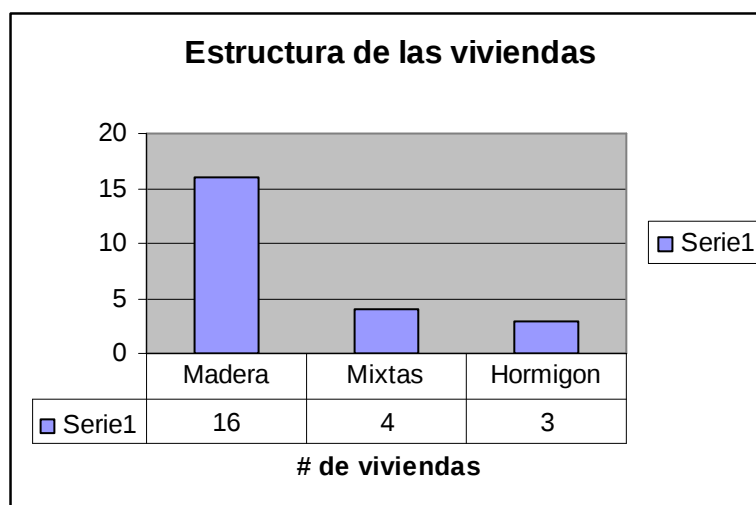
Tabla 3.2: Población presente en la zona objeto de estudio

Vivienda	# de personas que habitan
1	3
2	4
3	3
4	5
5	4
6	3
7	5
8	4
9	5
10	5
11	4
12	3
13	4
14	3
15	3
Total	58

Fuente: Diego Peñafiel

En su mayoría las viviendas son de madera, existiendo también construcciones mixtas, tal como se muestra en la figura 3.2. Se puede notar la pobreza en la que viven algunos de sus moradores, además es preocupante el hecho que las aguas residuales de las viviendas fluyan por el suelo, siendo un foco infeccioso para la diseminación de vectores transmisores de enfermedades.

Figura 3.2: Estructuras de las viviendas



Fuente: Diego Peñafiel

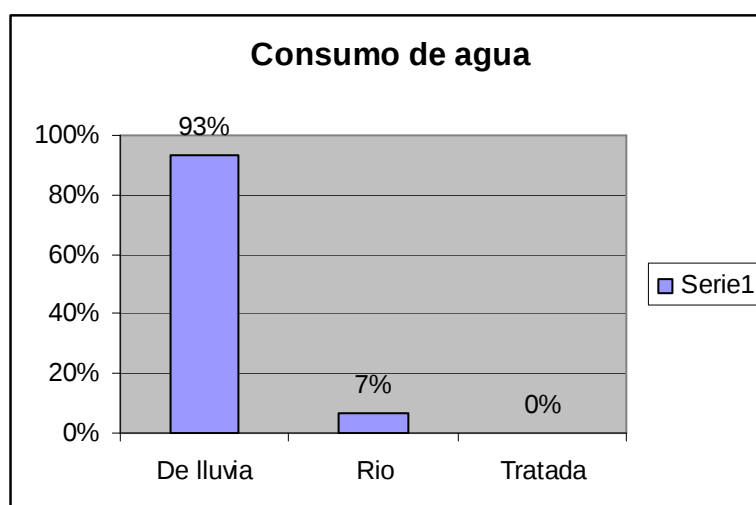
Existe una vía de acceso de superficie lastrada en las que se asientan las viviendas. Existe un riachuelo el cual transporta los vertidos de residuales provenientes de las viviendas del sector, residuales que son conducidos por pequeñas cunetas ya que no se cuenta con alcantarillado.

De acuerdo a la observación detallada de la zona objeto de estudio se puede afirmar que los pobladores no tienen una buena calidad de vida, debido a la falta de servicios básicos como agua potable, alcantarillado y por contar con un estero que se encuentra contaminado producto de las aguas residuales de las viviendas.

Consumo de agua sin potabilizar: Mediante dialogo directo con los moradores se pudo conocer que existen serios problemas de parasitismo, pues no se cuenta con el servicio de agua potable por parte del Municipio de Pastaza. La única forma de abastecerse del líquido vital es por la lluvia y por la utilización del agua del río. Se manifiesta que el 93% de los habitantes consume agua lluvia para beber y el resto usa agua del río para este fin, tal como se muestra en la figura 3.3

Debido a la temperatura del sector el consumo de agua se incrementa considerablemente en cada vivienda.

Figura 3.3: Agua de consumo de los pobladores



Fuente: Diego Peñafiel

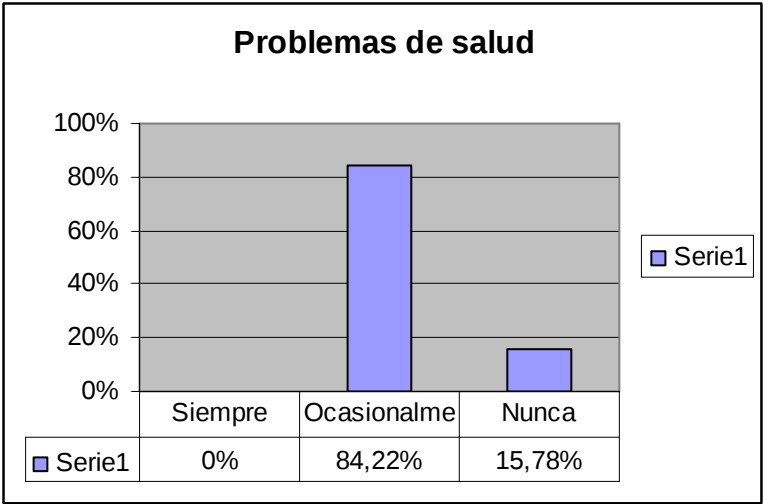
Carencia de sistema de alcantarillado: Este problema se traduce directamente en un impacto sobre la salud de la población pues al no disponer de un sistema de alcantarillado para el traslado de las aguas servidas, estas recorren a la intemperie toda la comunidad, siendo un foco infeccioso para la diseminación de enfermedades por la presencia de vectores transmisores sobre todo a los niños que son más propensos por el contacto directo con el fluido. A su vez la falta de sistema de alcantarillado produce enorme impacto al agua del río Puyo por el vertimiento de aguas residuales domésticas a cunetas que fluyen sin ningún sistema de conducción o alcantarillado y que van a dar a un estero el cual desemboca al río Puyo, alterando la composición del agua del río y acentuando su contaminación.

Tratamiento deficiente de residuales domésticos: Si bien es cierto que en algunas viviendas se cuenta con sistemas de tratamiento para residuales domésticos mediante la utilización de fosas sépticas, debe señalarse que estos están contruidos artesanalmente y sin ningún criterio que justifique su diseño. Además no se cuenta con un tratamiento final para el efluente de estas fosas.

Afectaciones en la salud de la población: Al esta una zona con excesiva humedad los pobladores manifestaron haber presentado una serie de enfermedades de tipo respiratorias especialmente gripe y tos. Los problemas de salud en los habitantes son en mayor parte presentados en forma ocasional, ver figura 3.4. Además por no contar

con el servicio de agua potable la población manifiesta problemas gastrointestinales, diarreas y parasitismo.

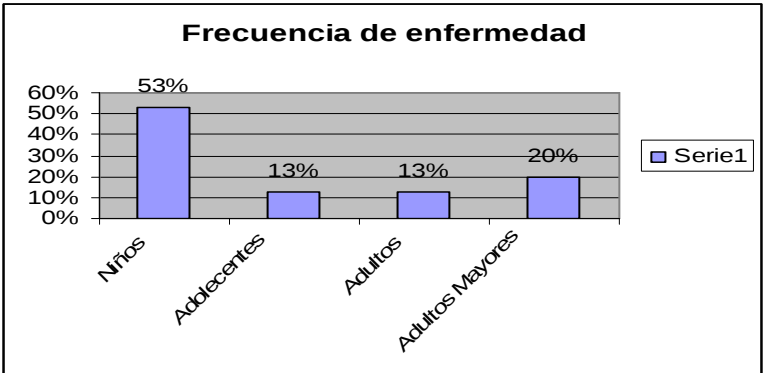
Figura 3.4. Problemas de salud en los habitantes



Fuente: Diego Peñafiel

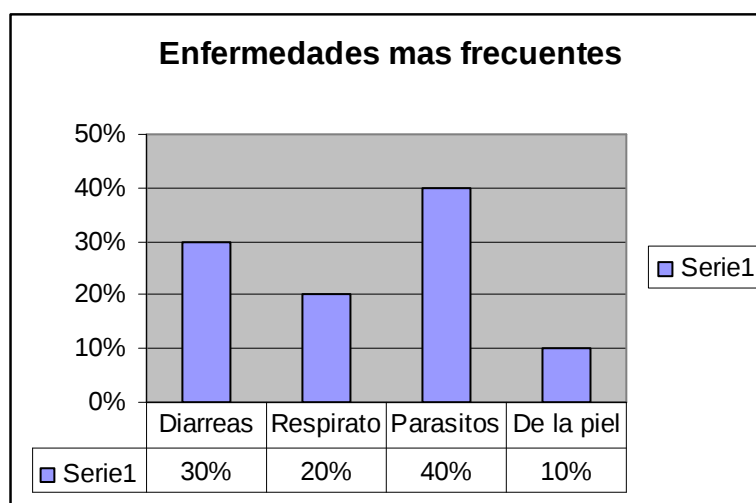
En las figuras 3.5 y 3.6 se ilustra que miembros de la familia son los que con mayor frecuencia presentan algún tipo de enfermedad y las enfermedades más frecuentes que se presentan respectivamente.

Figura 3.5: Porcentaje de la frecuencia con la que se enferman los habitantes.



Fuente: Diego Peñafiel

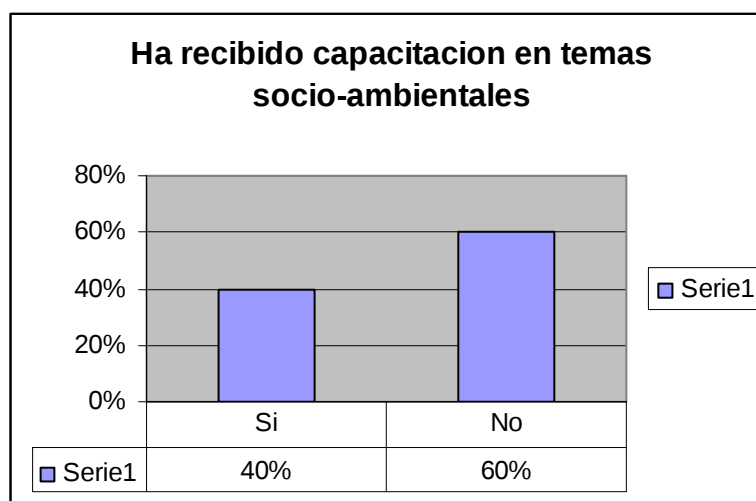
Figura 3.6: Enfermedades más frecuentes que se presentan.



Fuente: Diego Peñafiel

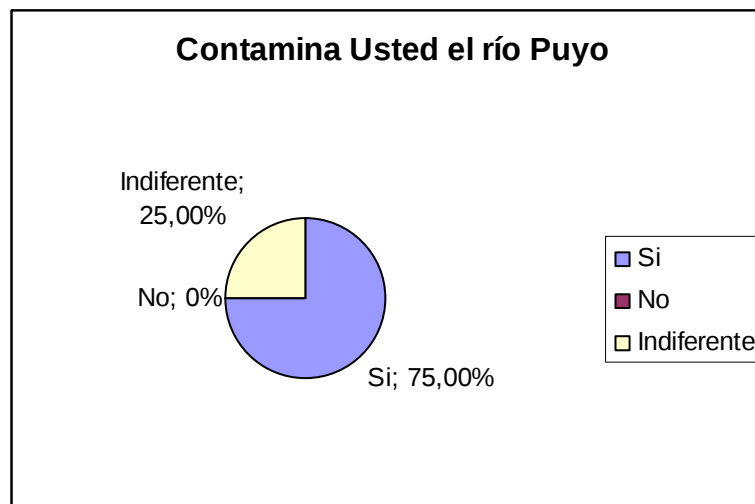
Falta de educación ambiental: La población no cuenta con una actividad sostenida de educación ambiental. Criterio obtenido de las encuestas aplicadas ala población objeto de estudio. En la figura 3.7 se presenta el porcentaje de pobladores que han recibido capacitación en temas socio-medioambientales, mientras que en la figura 3.8 se representa en porcentaje si los pobladores contaminan las aguas de la cuenca baja del río Puyo.

Figura 3.7: Capacitación en temas socio-ambientales



Fuente: Diego Peñafiel

Figura 3.8: Contaminación directa de los pobladores hacia las aguas del río Puyo



Fuente: Diego Peñafiel

3.2.3.- Caracterización del medio físico de la zona objeto de estudio

3.2.3.1.- Climatología

En razón que se cuenta con estaciones meteorológicas en el área de influencia del proyecto, la metodología aplicada en este estudio, consistió en revisar la información de estaciones cercanas al proyecto de la cuenca del Río Puyo, como son las del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y también la estación meteorológica ubicada en la Parroquia Shell, para su posteriormente realizar el procesamiento y estimación de los datos meteorológicos de la cuenca.

En función de la información disponible, especialmente relacionada con las precipitaciones, en la parte alta de la cuenca, el clima es el "húmedo tropical", con temperaturas que están en el rango de los 27 °C, y las precipitaciones son aguaceros de larga duración pero de y de gran intensidad, y con una temporada de mayor intensidad lluviosa entre abril y septiembre

Precipitación

Los datos que se presentan fueron tomados de las estaciones meteorológicas del INAMHI.

La precipitación varía entre los 2.000 mm al occidente, en la parte de las estribaciones de la cordillera oriental y, alrededor de los 4.700 mm en la llanura amazónica, con un promedio de 4538 mm anuales.

Temperatura y humedad

Las temperaturas máximas registradas alcanzan los 31.0 °C y las mínimas 8,6 °C, registrándose un promedio de 20,3 °C, tal como se muestra en la figura 3.9

Velocidad y dirección del viento

Del análisis de información disponible, los registros sobre vientos son muy escasos, aunque se puede decir que tienden a seguir la dirección de los cauces de los ríos. Los registros más próximos corresponden a la estación de del Aeropuerto de Shell, en la cual se observan que los vientos más frecuentes son los del Este y del Sur-Este, con una velocidad máxima registrada de 50 km/h.

3.2.3.2- Suelos

Características edafológicas del suelo

De acuerdo a las características fisiográficas del área de influencia de la investigación se identificaron los suelos que se desarrollan en las siguientes unidades fisiográficas: Paisaje de Relieve Fuertemente Ondulado (FO); Paisaje de Terrazas (T) y áreas de Escarpes y/o Quebradas (X).

Paisaje Fuertemente Ondulado (FO)

En esta unidad se desarrollan suelos del subgrupo Udic Vitrandepts , es el perfil que caracteriza a este paisaje e incluye a suelos moderadamente profundos, de color café grisáceo muy oscuro en la parte superior, café oscuro hasta los 60 cm luego café amarillento y pardo amarillento en profundidad; con moderada capacidad de retención de agua (50%).

Paisaje de Terrazas (T)

Contiene suelos formados por capas de espesor variable; son profundos, de color café oscuro; textura franca con presencia de arena fina y media, en algunas ocasiones con gravas. Los suelos de esta forma de relieve corresponden al subgrupo Udic Eutrandepts, los mismos que ocupan una superficie muy pequeña en el área de influencia del proyecto. La caracterización de estos suelos se realizó con una observación de comprobación, por lo tanto no se tomaron muestras para los análisis.

Áreas de Escarpes y/o Quebradas (X)

Corresponde a áreas de declives hacia el río Puyo, con pendientes superiores al 70%. Incluyen a suelos moderadamente profundos a superficiales, de texturas finas y medias, muy sensibles a la erosión hídrica; son de color café oscuro, clasificado taxonómicamente como Lytic Hydrandepts cuyas características tanto físicas como químicas son parecidas a las que se describen en los suelos de las unidades fisiográficas anteriores.

Capacidad de uso

Este componente fue elaborado en base al análisis de factores como el suelo, clima y el relieve del área de estudio.

Los usos que se pueden dar al suelo en el área de estudio son las siguientes:

Tierras generalmente aptas para cultivos permanentes, pastos y aprovechamiento forestal.

Cobertura vegetal y uso actual

Este componente fue elaborado a partir de chequeos de campo y entrevistas a los agricultores de la zona; llegándose a identificar cuatro tipos de cobertura vegetal y uso, poniendo énfasis en el área de influencia del estudio.

❖ Bosque Natural (B1)

Esta categoría de cobertura esta conformada por un bosque natural siempre verde, poco intervenido o no intervenido, producto de la interacción del clima y suelo, compuesto por una buena densidad y mezcla de especies y por ende una alta biodiversidad vegetal.

❖ Bosque Secundario (B2)

Este tipo de cobertura se origina debido a la eliminación de la cobertura natural con fines de explotación de las especies maderables o para fomentar actividades agrícolas o pecuarias, dando paso a la formación de una cobertura irregular, donde es evidente la presencia de especies tales como: guarumos, guabos, chilca, palmas.

❖ Cultivos (C)

En este tipo de uso están considerados tanto los cultivos de carácter permanente como los de ciclo anual. Se distribuyen casi siempre asociados a pastos o a

vegetación arbórea secundaria, especialmente en sectores de topografía plana, ondulada y fuertemente ondulada.

3.2.3.3.- Hidrológica, calidad y usos de recursos hídrico superficial

Hidrológica

A través de la ciudad del Puyo cruza el río del mismo nombre, el cual, a lo largo de su recorrido recibe los residuos y desperdicios líquidos de varios efluentes, entre los mas importantes, las aguas servidas del alcantarillado de la ciudad, las aguas residuales de algunas industrias, las aguas residuales de hospitales.

En la cuenca alta del río, cuanto este aun no ha ingresado al sector urbano, una parte de su caudal es encausado para la planta de potabilización. En la cuenca media, es decir, en la parte que el río atraviesa la ciudad es donde recibe la mayor carga contaminante por parte de descargas de aguas contaminantes tales como: aguas residuales domesticas, aguas residuales industriales, excretas, etc. En la cuenca baja, sus aguas son utilizadas para las diversas ocupaciones cotidianas de los habitantes del sector.

Calidad de recurso hídrico superficial

Debido a que el río Puyo recibe fuentes directas de contaminación, sumado al hecho que no existen plantas de tratamiento de las aguas residuales antes de su desfogue, es definitivamente un hecho que esta agua están contaminadas. Los niveles de contaminación orgánica e inorgánica deben ser determinados obligatoriamente ya que el río se ha transformado en una fuente de contaminación directa e indirecta: directa en el sentido que sus aguas son utilizadas para las actividades del diario vivir de los pobladores ubicados en la cuenca baja, e indirecta, debido al cruce de sus aguas por gran parte de la ciudad, en especial, a través del Paseo Turístico, donde existen lugares de esparcimiento, diversión y descanso.

Uso del recurso agua

Entre los usos consuntivos y no consuntivos analizados en la subcuenca del río Puyo en la zona objeto de estudio, básicamente se evidenciaron cuatro: doméstico, agrícola-ganadero, recreativo y turístico.

Uso doméstico

En campo se identificaron que en la urbanización Cooperativa Angelita Muñoz y en Unión Base captan el agua de vertientes.

Uso para agricultura y ganadería

El agua para esta actividad es captada del río Puyo, como es el caso de la Quebrada Unión Base, entre otras.

Uso recreativo

El río Puyo, en el sector localizado a la altura del puente, es utilizada con fines recreativos (baño), básicamente por los pobladores de la zona y en época de verano.

Uso turístico

El río Topo es visitado, ocasionalmente, por kayaqueros profesionales (extranjeros).

3.2.4.- Caracterización del medio biótico

3.2.4.1.- Componentes Florístico

La cuenca baja del Río Puyo se encuentra cubierta con una mínima parte de bosque primario dentro del cual se pudo detectar las principales especies florísticas existentes, las mismas son presentadas en la tabla 3.3:

Tabla 3.3: Flora de la zona objeto de estudio

Nombre	
Comun	Nombre Científico
Agucatillo	Nectandra spp
Caimito	Cryzophyllum sp
Canelo	Ocotea sp
Caña Guadua	Guadua angustifolia
Caoba	Sweitenia macrophylla
Chonta Morete	Mauritia flexuosa
Chontaduro	Bactris gasipaes
Gramalote	Axonopus scoparius
Guabo	Inga chocaensis
Mata palo	Cousapoa rotunda
Musgo	Sphagnum sp
Naranjilla de monte	Solanum ecuadorensis
Orquidea	Masdivalia sp
Palma	Ceroxylon ventricasum
Sapote de monte	Matisia cordata
Uvilla	Cousapoa sp.
Zapote	Quararibea sp.

Fuente: Diego Peñafiel

3.2.4.2.- Fauna

Área de estudio

El componente Faunístico tiene como objetivo aportar información sobre la diversidad y abundancia de las especies, en las diferentes estaciones de muestreo y mediante la identificación de especies claves, determinar el estado de alteración y la calidad de hábitat de los puntos de muestreo.

El área de estudio está localizada dentro del sector objeto de estudio en lo que comprende el área de la pampa donde inicia el sector de Unión Base hasta llegar a la parte del puente ubicado en la parte baja de hasta Unión Base.

Resultados de fauna

En la zona debido a que anteriormente existió una caza y pesca indiscriminada; la Fauna no es muy diversa contando con una variedad de aves y mamíferos limitada, es así que las especies más comunes de aves y mamíferos se detallan en la tabla 3.4 y 3.5 respectivamente:

Tabla 3.4: Aves de la zona objeto de estudio

Nombre Común	Nombre Científico
	Pulsatrix
Lechuza de anteojos	perspicillata
Garrapatero Grande	Crotophaga major
Caraca Negro	Daptrius ater
Gallo de Roca	Rupicola peruviana
	Tachycineta
Golondrina Aliblanca	albiventer

Fuente: Diego Peñafiel

Tabla 3.5: Mamíferos de la zona objeto de estudio

Nombre Común	Nombre Científico
Chichico	Sanguinus fuscicolis
Mono nocturno	Aotus vociferans
	Tamandua
Oso Hormiguero	tetradactila
Cuchucho	Nasua nasua

Fuente: Diego Peñafiel

3.2.5.- Caudal ecológico y régimen de caudales de las descargas

El concepto de “caudales ecológicos”, comprende enfoques científicos diferentes con áreas de trabajo también distintas; el término caudal, por ejemplo, es el elemento básico de la ingeniería hidráulica y la gestión de los recursos hídricos, mientras que la cualidad de “ecológico” se refiere a la importancia de los aspectos bióticos; por tanto la fijación de caudales ecológicos es sin duda una labor multidisciplinaria.

3.2.5.1.- Calculo de caudal del río

Largo = 20 m.

Ancho 1 = 12.5 m.

Ancho 2 = 12.2 m.

Tiempo Flotadores

- $t_1 = 1.15$ min.
- $t_2 = 1.23$ min.
- $t_3 = 1.29$ min.

Profundidades

Salida

Llegada

$h_1 = 12.50$ m.

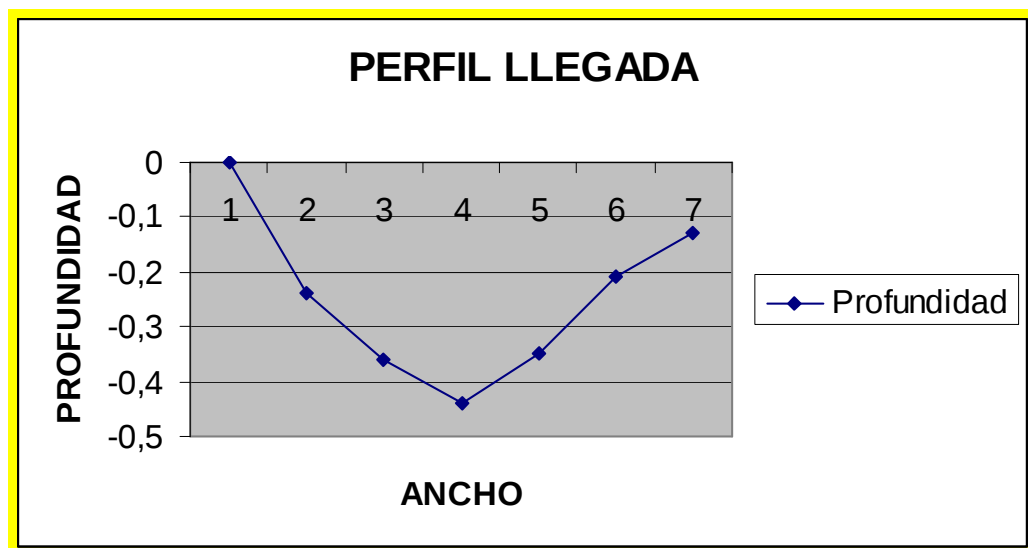
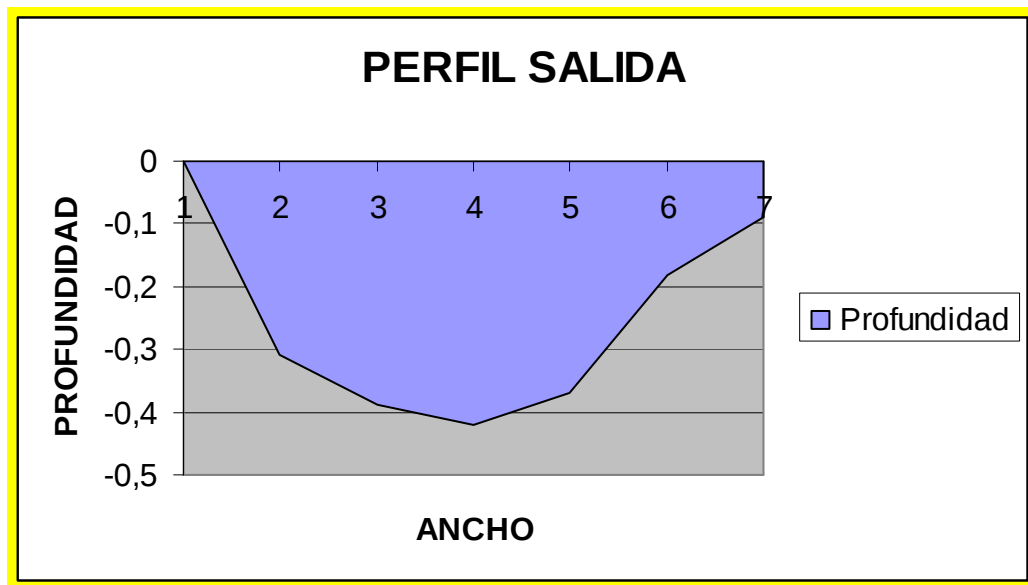
$h_2 = 12.20$

X(m)	H (m)	Área m2
0	0	0
2	0.31	0.62
2	0.39	0.78
2	0.42	0.84
2	0.37	0.74
2	0.18	0.36
2.5	0.09	0.18

Area total 3.52

X(m)	H (m)	Area m2
0	0	0
2	0.24	0.48
2	0.36	0.72
2	0.44	0.88
2	0.35	0.70
2	0.21	0.42
2.2	0.13	0.26

Area total 3.46



Calculo del Caudal

1) ÁREA 1

$$A = x * h$$

Tabla 3.6: Cálculos de áreas en el cauce

Puntos	x	h	A
Salida	2	0.31	0.62
	4	0.39	0.78
	6	0.42	0.84
	8	0.37	0.74

	10	0.18	0.36
	12	0.09	0.18
Área total 1			3.52
Llegada	2	0.24	0.48
	4	0.36	0.72
	6	0.44	0.88
	8	0.35	0.70
	10	0.21	0.42
	12	0.13	0.26
Área total 2			3.46
ÁREA TOTAL			3.49

VELOCIDAD (m/s.)	DISTANCIA (m.)	TIEMPO (seg.)
0.27	20	75
0.24	20	83
0.22	20	89

Velocidad media = 0.24 m/s.

CAUDAL (m ³ /s.)	AREA (m ² .)	VELOCIDAD MEDIA (m/s.)
0.94	3.49	73

$$Q = A \times V$$

$$Q = 3.49 \text{ m} \times 73 \text{ m/sg}$$

$$Q = 0.94 \text{ m}^3/\text{seg}$$

3.2.5.2.- Aportes de descargas hacia el río

Se identificaron 3 descargas directas hacia el río. Las mismas que provienen de las casas ubicadas en el sector objeto de estudio, y son fuente de contaminación directa hacia las aguas de la cuenca baja del río. Las mismas que fueron aforadas y se tomo muestras para realizar los análisis de los diferentes parámetros.

Los caudales de las diferentes descarga encontradas y estudias se presentan en las

siguientes tablas:

Tabla 3.7: Descarga 1

MUESTRA	Tomas (L/seg)		
DIA	Mañana	Medio Día	Tarde
13 de abril	4,16	4,08	4,34
14 de abril	4	4,1	4,3
15 de abril	4,16	4,08	4,33
16 de abril	4,1	4,11	4,29
17 de abril	4,15	4,07	4,3
18 de abril	4,16	4,08	4,3
19 de abril	4,11	4,1	4,34
20 de abril	4,16	4,08	4,3
21 de abril	4,1	4,11	4,33
22 de abril	4,16	4,07	4,29
23 de abril	4,19	4,08	4,3
24 de abril	4,16	4,1	4,3
27 de abril	4,1	4,08	4,34
28 de abril	4,15	4,11	4,3
29 de abril	4,16	4,07	4,33
30 de abril	4,11	4,08	4,29
1 de mayo	4,16	4,1	4,3
2 de mayo	4,1	4,08	4,3
4 de mayo	4,16	4,11	4,34
5 de mayo	4,2	4,07	4,3

Fuente Diego Peñafiel

Tabla 3.8: Descarga 2

MUESTRA	Tomas (L/seg)		
DIA	Mañana	Medio Día	Tarde
13 de abril	3,57	4	4,1
14 de abril	4,01	4,12	4,07
15 de abril	3,5	4,1	4,09
16 de abril	3,56	4,13	4,08
17 de abril	3,58	4,07	4,09
18 de abril	3,57	4,08	4,08
19 de abril	3,57	4,06	4,1
20 de abril	4,01	4,12	4,08
21 de abril	3,5	4,1	4,09
22 de abril	3,56	4,13	4,1
23 de abril	3,58	4,07	4,07
24 de abril	3,57	4,08	4,09
27 de abril	3,57	4,01	4,08
28 de abril	4,01	4,12	4,09
29 de abril	3,5	4,1	4,08
30 de abril	3,56	4,13	4,1
1 de mayo	3,58	4,07	4,08
2 de mayo	3,57	4,08	4,09
4 de mayo	3,57	4	4,1
5 de mayo	4,01	4,12	4,07

Fuente Diego Peñafiel

Tabla 3.9: Descarga 3

MUESTRA	Tomas (L/seg)		
DÍA	Mañana	Medio Día	Tarde
13 de abril	1,08	1,21	1,17
14 de abril	1,08	1,2	1,18
15 de abril	1,09	1,21	1,18
16 de abril	1,09	1,22	1,17
17 de abril	1,08	1,21	1,17
18 de abril	1,08	1,2	1,18
19 de abril	1,09	1,21	1,18
20 de abril	1,09	1,22	1,17
21 de abril	1,08	1,21	1,17
22 de abril	1,08	1,2	1,18
23 de abril	1,09	1,21	1,18
24 de abril	1,09	1,22	1,17
27 de abril	1,08	1,21	1,17
28 de abril	1,08	1,2	1,18
29 de abril	1,09	1,21	1,18
30 de abril	1,09	1,22	1,17
1 de mayo	1,08	1,21	1,17
2 de mayo	1,08	1,2	1,18
4 de mayo	1,09	1,21	1,18
5 de mayo	1,09	1,22	1,17

Fuente Diego Peñafiel

3.2.5.3.- Interpretación de los Análisis realizados a las aguas

La interpretación de los parámetros para la calidad del agua en el sector objeto de estudio se realizó cuando ya se obtuvieron los resultados de los análisis químicos y físicos. (Ver anexo A).

Cabe indicar que al tratarse de las aguas de la cuenca baja del río, los parámetros a interpretar están basados en el criterio de aguas con usos de recreación, para lo cual

se basa en los límites permisibles de la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua, anexo 1. (Ver anexo D).

En lo que tiene respecta a potencial de Hidrogeno (pH) el mismo que es una escala para que permite clasificar las sustancias según su tenor ácido, en los tres puntos de analizados su valor está entre 8, siendo el límite permisible >6 , esto nos indica que el nivel de pH está dentro de los parámetros permisibles para la calidad de agua.

El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables. Los valores obtenidos en los tres puntos de muestreo indican que el agua del río se encuentra dentro de los límites permisibles de la calidad de agua para usos de recreación que está entre 6.5 y 8.5 lo que nos indica que el agua es apta y su nivel de contaminación en el sector es bajo.

Esto se podría entender por la capacidad de auto depuración del río ya que estamos hablando de la cuenca baja.

En lo referente a las coliformes totales que son un indicador de contaminación fecal que tiene el agua. Encontramos que en tres puntos de muestreo su valor sobrepasa los límites permisibles que es de 1000 nmp/100ml. Así como el punto 1 su valor es de 1733 nmp/100ml, en el punto 2 es de 2800 nmp/100ml y en punto 3 alcanza el valor de 1500 nmp/100ml. En el punto 2 este valor sobrepasa largamente los límites permisibles. Este fenómeno se puede explicar que sobrepasa el límite permisible debido a que en el sector no existe alcantarillado y ningún tipo de tratamiento de aguas servidas, por lo que estas son vertidas directamente hacia el río por medio de cunetas, esteros y canales de tubería PVC.

El parámetro de grasas y aceites indica la cantidad de las mismas en el agua. En los tres puntos de muestreo sus valores se nota que estos sobrepasan el límite permisible que es de 0.3 ml/l. Los valores que se obtuvieron en los puntos de muestreo son de 0.5ml/l, 0.6, 1ml respectivamente. Esto es debido a que el agua utilizada con fines de aseo diario y cocina es descargada directamente al río sin ningún tipo de control y tratamiento.

Los parámetros de pesticidas organoclorados y pesticidas organofosforados indican valores de <0.1 , <0.1 y $<1\text{mg/l}$ en los tres puntos de muestreo los mismos que están dentro de los límites permisibles. Esto es debido a que en el sector no se usa a gran escala

pesticidas para controlar calidad de los cultivos que se extraen de la zona objeto de estudio.

La temperatura es un parámetro que afecta un número importante de procesos que definen la calidad del agua, en los tres puntos de muestreo oscila entre los 24°C la misma que se encuentra dentro de los límites permisibles.

Los valores que se obtuvieron de absorbancia que es la capacidad que posee una sustancia en este caso el agua de dejar pasar o absorber los rayos solares, están en el rango de 0.07 en los tres puntos de muestreo.

La conductividad expresa la capacidad de una sustancia de conducir la corriente eléctrica y es lo contrario de la resistencia. Los valores que se obtuvieron de los diferentes puntos de muestreo están en el rango de 1.73; el mismo que indica que el agua tiene una buena capacidad de conducción.

PROPUESTA DE TRATAMIENTO

DISEÑO DE LA FOSA SÉPTICA PARA EL SECTOR OBJETO DE ESTUDIO

Análisis

Luego de haber realizado los análisis químicos físicos de las aguas del río en el sector objeto de estudio se pudo determinar que el nivel de contaminación de las aguas es bajo ya que el dato de Oxígeno Disuelto entra dentro de los límites permisibles que rigen a las aguas con fines de recreación.

El mayor problema que presentan las aguas del río tiene que ver con la cantidad existente de Coliformes Fecales, el parámetro presenta resultados con datos que sobrepasan los límites permisibles.

Teniendo en cuenta esto se propone la implementación de Fosas Sépticas individuales para cada vivienda ya que estas se encuentran situadas de manera dispersa.

Con la implantación de este sistema de tratamiento de las aguas residuales se lograra la disminución del impacto negativo que recibe el rio por parte de las descargas de aguas residuales domesticas.

Luego de que el agua salga del pozo séptico esta será transportada por un tubo de PVC hacia una caja de revisión; de la misma saldrán 3 tubos de oxidación perforados para que el agua salga. Se propone la utilización de estos tubos ya que el suelo en la zona objeto de estudio es franco limosos el mismo que favorece a este tipo de tratamiento.

Calculo de dimensiones de la Fosa Séptica por vivienda

Luego de haber realizado las encuestas y censos de población del sector se pudo establecer que el promedio de habitantes por vivienda es de de 5 habitantes.

Por lo que el calculo de las dimensiones de la fosa séptica esta planteado para viviendas de 5 habitantes.

Según Unda Opaso, etal (1989), Consumo promedio de agua es de 150lts/persona/día

Permanencia de retención del agua en el poso es de 1 a 2 días

$Q = \text{dotación de agua potable} \times \text{Coeficiente (0.8)}$

$Q = 120 \text{ lts/persona/día}$

❖ $V_{\text{lodos}} = 300 \text{ lts/día}$

Volúmen líquido de fosa séptica = $600 \text{ lts/día} + 300 \text{ lts/día}$
 $= 900 \text{ lts/día o } 0.9 \text{ m}^3$

Área de la fosa séptica

❖ $A = 0.75 \text{ m}$

El ancho de la fosa séptica

❖ $a = 0.61 \text{ m}$

La longitud de la fosa séptica va hacer:

❖ $L = 2 a$

❖ $L = 1.22 \text{ m}$

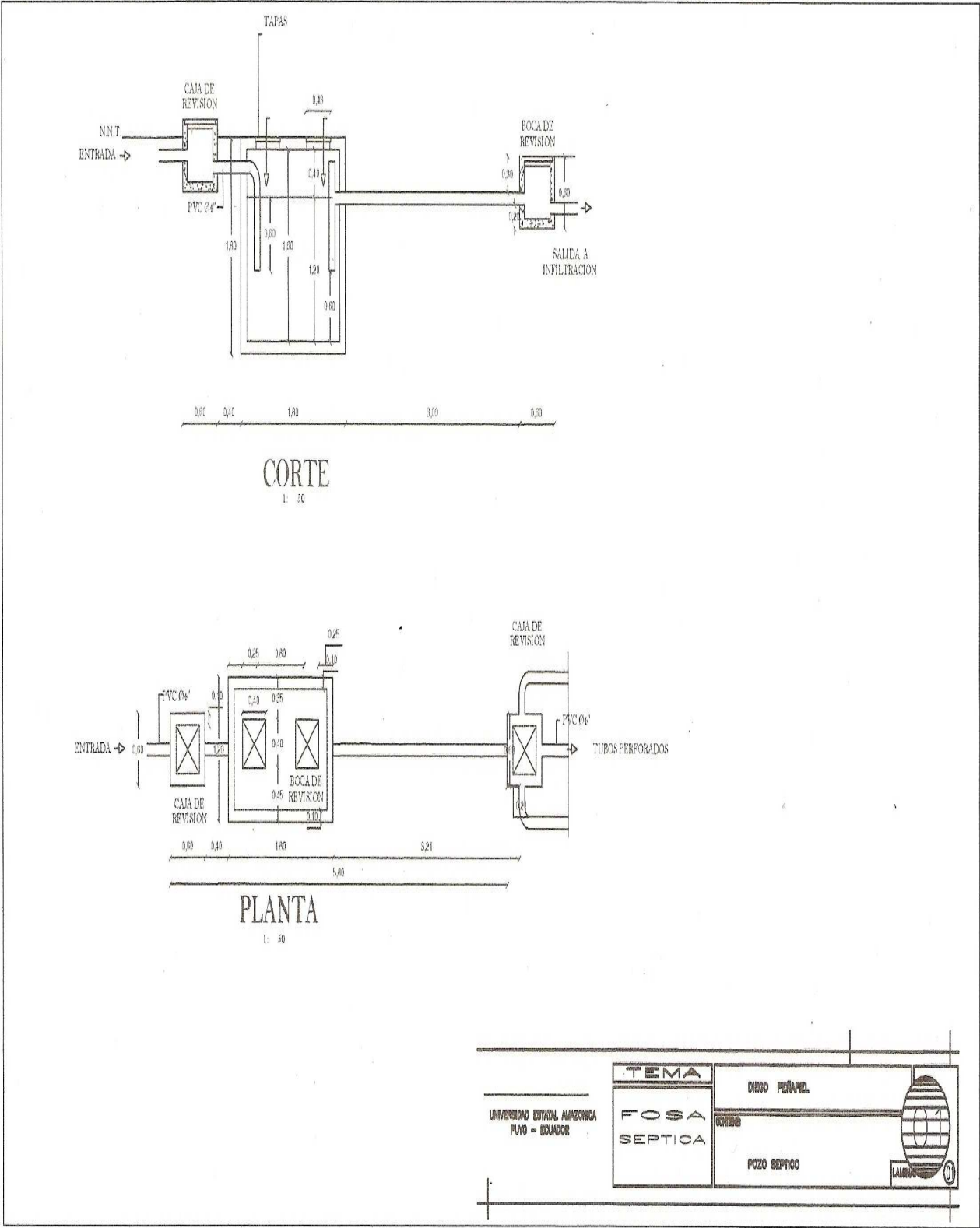
El cálculo de la longitud de los tubos de oxidación se hará con la siguiente ecuación:

❖ $L = \frac{N \times d}{A \times K5}$

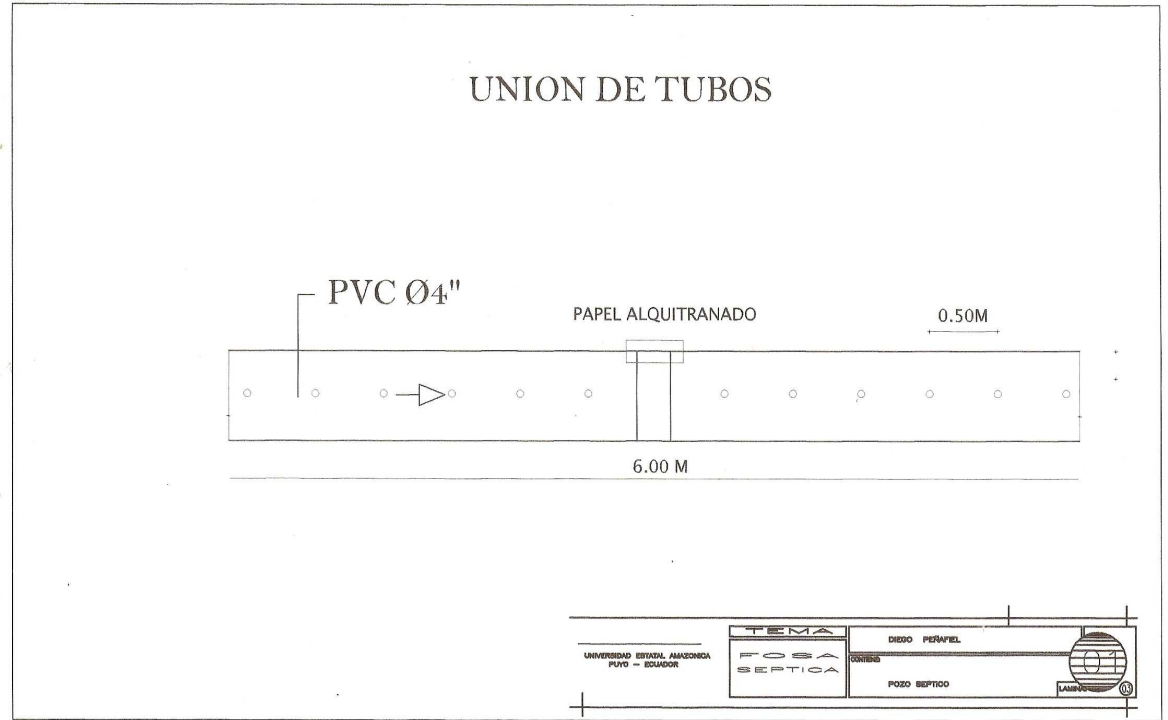
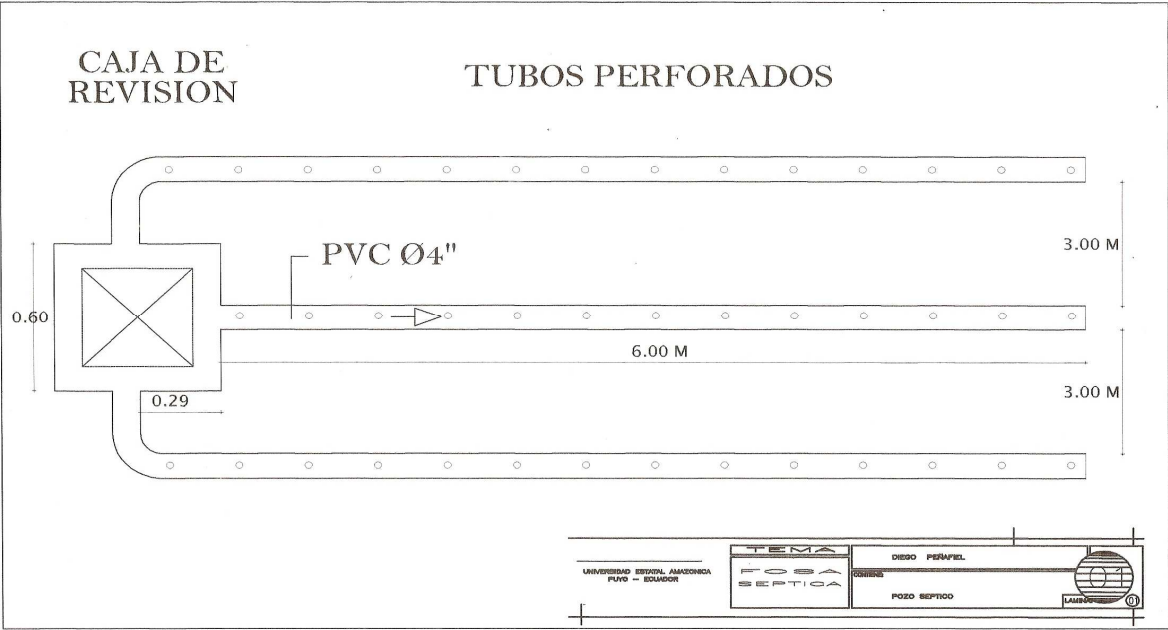
• $L = 6 \text{ m}$

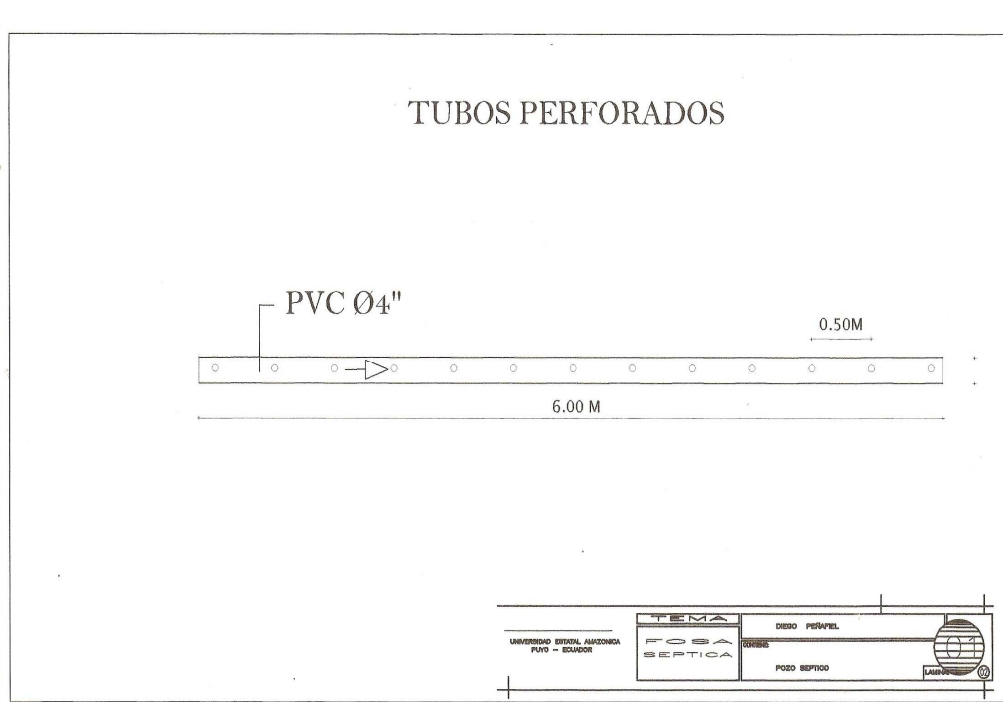
Luego del experimento de absorción realizado en el suelo de la zona objeto de estudio se obtuvo el resultado que es 90 litros/m/día.

Plano de la Fosa Séptica

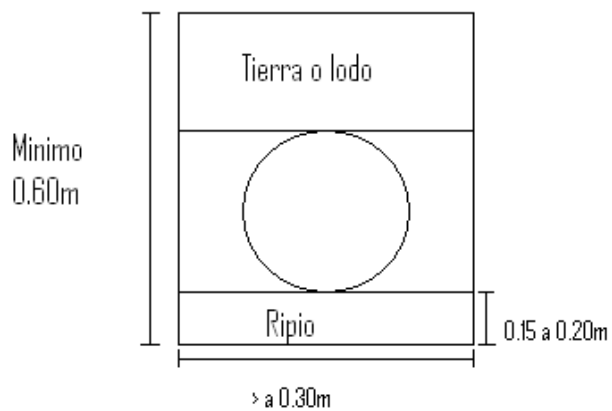


Plano de los tubos de oxidación

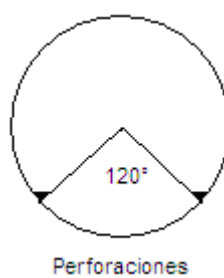




Ubicación Del Tubo De Oxidacion



Perforaciones En Los Tubos De Oxidaciones



Administración

Presupuesto

Determinación de Costos

Para la elaboración del presupuesto se ha tomado en cuenta aquellos materiales de fácil adquisición en el mercado local así como los salarios de ley, con lo cual se ha realizado los análisis de precios unitarios de los diferentes rubros tanto de obra civil, como de instalación de tuberías y accesorios, que el proyecto demanda.

Análisis de Precios Unitarios

Para la elaboración del presupuesto de una obra, es necesario elaborar los precios unitarios de todos los rubros que involucran a un proyecto, siendo estos los resultado de la suma de todos los costos de los componentes de cada rubro, esto es precio de los materiales, mano de obra y maquinaria utilizada, así llegamos a tener el costo indirecto.

Volúmenes de Obra

Los volúmenes de obra se han calculado en función a la necesidad de cada rubro y por cada tramo de construcción

Análisis de precios unitario para la construcción de fosa séptica:

<u>RUBRO</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>P. UNITARIO</u>	<u>P. TOTAL</u>
1	Replanteo y nivelación	m2	7.92	0.60	4.75
2	Excavación de cimientos y plintos suelos natural	m3	6.72	4.38	29.43
3	Caja de revisión (0.60x0.60 con tapa H.A.)	u	2.00	42.41	84.82
4	Muro de H.S. fc=210 kg/cm2 en fosa séptica	m3	1.00	80	80.00
5	Instalación sanitaria (PVC 4")	pto	8.00	5.00	40.00
6	Relleno compactado con suelo natural (capas 20cm)	m3	0.40	6.64	2.66
7	Relleno compactado/mejoramiento*capas=20cm	m3	1.00	20.50	20.50
8	Tubería perforada (flautas)	ml	9.00	5.78	52.02
9	Tubería PVC de 110 mm	ml	5.00	5.83	29.15
10	Hierro (12 mm)	qq	1	40	40
TOTAL				383.33	

CONCLUSIONES

- ❖ La caracterización de las aguas residuales en el sector objeto de estudio permitió determinar el nivel de contaminación y proponer un sistema de tratamiento adecuado para los residuales líquidos, lo que corrobora la hipótesis planteada.
- ❖ Los análisis físicos, químicos y microbiológicos nos permitieron conocer el nivel de contaminación y el principal agente contaminante.
- ❖ En proceso de encuestado permitió conocer que el 40% de la población presenta enfermedades de tipo hídrico, debido a que ocupan el agua del río para sus actividades de alimentación.
- ❖ Del proceso de análisis de las descargas se pudo determinar que el parámetro de Coliformes Fecales es el principal contaminante, ya que el mismo sobrepasa los límites permisibles.
- ❖ Luego del análisis de los resultados indicamos que las fosas sépticas son el recurso mas adecuado para poder combatir y disminuir la cantidad de aguas residuales que son vertidas directamente hacia el río, por escorrentía superficial.
- ❖ Además conociendo las propiedades y características de una fosa séptica estamos realizando una obra de saneamiento ambiental y previniendo hacia el futuro el incremento de caudales residuales hacia la zona objeto de estudio ya que este tipo de construcciones retienen toda la materia orgánica y sus lixiviados son eliminados por un proceso de oxidación e infiltración.
- ❖ En cuanto a rubros económicos es una opción práctica ya que este tipo de construcción se lo puede realizar en poblaciones alejadas de los centros poblacionales más grandes del cantón los cuales carecen de un sistema de evacuación de este tipo de aguas residuales domesticas.

RECOMENDACIONES

- Ejecutar el sistema de tratamiento propuesto en la tesis ya que el mismo minimiza la carga contaminante, y esto mejora la calidad del agua y por ende la calidad de vida de los pobladores influenciados por el proyecto.
- Establecer un sistema de monitoreo para poder detectar la influencia de las aguas del río en la salud de los habitantes de la zona objeto de estudio.

BIBLIOGRAFIA

1. Catalán, J (1990). Química del agua. Obra técnica sobre el agua. Madrid. Editorial Bellisco. 2ª ed.
2. FAO, (1999). "Informe del seminario taller internacional sobre desarrollo sostenible en zonas de montaña". Chile.
3. MAG, (2006). "Cuencas y subcuencas deforestadas". Ambato. Boletín N. 100 DCS/MAG.
4. López, Fernando (Ed.) (1998). Contaminación de las aguas subterráneas. Madrid. Editorial MOPU.
5. Roa, Jose (2002). "Fundamentos Básicos de los Procesos Ambientales para Ingenieros". San Cristóbal. Editorial Caracas.
6. Hernández, A (1990). "Depuración de aguas residuales" Colección Señor. España. Escuela de Caminos de Madrid.
7. Rodríguez, F (2003). Procesos de potabilización del agua e influencia del tratamiento de ozonización. Editorial Díaz de Santos.
8. Ronzano, Eduardo (2002). Tratamiento biológico de las aguas residuales.
9. Stenco, (2004). Tratamientos de aguas (3ª edición). Editorial Stenco.
10. Weber, W Jr (1979). "Control de la Calidad del Agua. Procesos Físicoquímicos". Barcelona. Editorial Reverté.
11. Domenech, Xavier (1993). Química ambiental. El impacto ambiental de los residuos. Obra divulgativa sobre los residuos en el agua, suelo y atmósfera. Madrid. Ediciones Miraguano.
12. Metcalf-Eddy (1985). "Ingeniería Sanitaria. Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales". Barcelona. (2ª edición) Labor.
13. Ramalho, R (1993). "Tratamiento de Aguas Residuales". Barcelona. Editorial Reverté.
14. Seoanez, M (1995). "Aguas Residuales Urbanas". Madrid. Ediciones Mundi Prensa.
15. Seoanez, M (1995). "Auditorias Medio Ambientales". Madrid. Ediciones Mundi Prensa.
16. Seoanez, M (1980). "Metodologías y Criterios para evaluaciones de impacto ambiental". Madrid. Gabinete Tecnico del Ministro de agricultura.
17. Pesson, P (1985). "La contaminación de las aguas continentales". Madrid. Ediciones Mundi Prensa.

18. ITGM, (1995). "Contaminación y Depuración de aguas". Madrid. ITGM.
19. OMS. (2004). "Calidad del agua". Suiza. Serie de Documentos Técnicos No. 1328.
20. Cáceres, D. (1990). "Desinfección del Agua Ministerio de Salud". Perú. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud.
21. Fair, G (1966a). Water and Wastewater Engineering. En colectivo de autores. Nueva York. Editorial John Wiley and Sons.
22. Kalbermatten, J (1980). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation. A Summary of Technical and Economic Options. Washington, D.C. Banco Mundial.
23. Palange, R y Zavala, A. (1987). Water Pollution Control: Guidelines for Project Planning and Financing. Trabajo Técnico Técnica No. 73 del Banco Mundial. Washington, D.C. Banco Mundial.
24. Álvarez, M (1995). La calidad de las aguas continentales españolas. Estado actual e investigación. Logroño: Ediciones Geoforma, 1995.
25. García, Rafael (Ed.) (1999). La contaminación del mar: fuentes, toxicidad, degradación y eliminación de contaminantes. Oviedo. Universidad de Oviedo.
26. Mason, C (1984). Biología de la contaminación del agua dulce. Madrid. Editorial Alhambra
27. Barraque. Ch. (1979). Manual técnico del agua. En colectivo de autores. París. Editorial Degremont.
28. Catalán, J. (1997). Depuradoras. Bases científicas. Madrid. Editorial Bellisco.
29. Peavy, H (1986). "Environmental Engineering". En colectivo de autores. New York. Editorial McGraw-Hill.
30. Lassey, W (1977). "Planning in Rural Environments. New York. Editorial McGraw-Hill.
31. Pound, D (1975). "Land treatment of municipal wastewater effluents. Palo Alto. Editorial Metcalf and Eddy.
32. Araujo, J (1990). "La muerte silenciosa". Madrid. Editorial T.H.
33. Seoanez, M (1995). "Técnicas Agrarias de tratamientos de aguas residuales". Madrid. Editorial Mundi Prens
34. Unda Opaso, F (1989). "Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y salud pública". Editorial Hispano América.

ANEXOS

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA

ANALISIS QUIMICO DEL AGUA

<i>Parámetro</i>	<i>Unidad</i>	<i>Criterios de calidad TULAS TABLA 3</i>	<i>Criterios de calidad TULAS TABLA 10</i>	<i>Punto 1</i>	<i>Punto 2</i>	<i>Punto 3</i>
Potencial Hidrógeno		6.5 – 9.0		7.20	6.60	6.8
Oxígeno Disuelto	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 80% de saturación.	8	7.3	9.5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	mg/l	0.0002		< 0.005	< 0.005	< 0.005
Sólidos disueltos Totales	mg/l			28	25	23
Amoníaco	mg/l	0.02		< 0.10	< 0.10	< 0.10
Hierro	mg/l	0.3		0.122	0.262	0.12
Manganeso	mg/l	0.1		0.022	0.032	< 0.005
Zinc	mg/l	0.18		< 0.005	< 0.005	< 0.005
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	200	1000	1733	2800	1500
Pesticidas organoclorados	ug/l	10		< 0.01 y < 1.0	< 0.01 y < 1.0	< 0.01 y < 1.0
Pesticidas organofosforados	ug/l	10		< 0.01 y < 1.0	< 0.01 y < 1.0	< 0.01 y < 1.0
Aceites y grasas	mg/l	0.3	0.3	< 0.5	0.6	< 1
Cloruros	mg/l			< 0.5	< 0.5	0.27
Cromo	mg/l	0.05	cero	< 0.100	< 0.100	< 0.020
DBO5	mg/l			1.3	< 1.0	< 3
DQO	mg/l			< 30	< 30	4
Dureza total	mg/l CaCO3			24	18	17
Fosfatos	mg/l			1.1	1.1	< 0.06
Fósforo Total	mg/l			0.13	0.13	0.045
Nitratos	mg/l			< 0.25	< 0.25	
Nitritos	mg/l			< 0.010	< 0.010	< 0.025

Fuente: Diego Peñafiel

ANALISIS FISICOS DEL AGUA

D1: 17 de marzo del 2009

D2: 18 de marzo del 2009

D3: 19 de marzo del 2009

D1	ph				T°				Absorvancia				Conductividad				STD			
	M1	M2	M3	prom	M1	M2	M3	prom	M1	M2	M3	prom	M1	M2	M3	prom	M1	M2	M3	prom
P1	7,8	7,9	7,8	7,8	23,8	24	23,9	23,9	0,05	0,074	0,071	0,065	1,845	1,726	1,728	1,76	1	1	1	1
P2	7,7	7,8	7,7	7,7	24,1	23,5	24,1	23,9	0,06	0,069	0,07	0,066	1,738	1,79	1,70	1,74	1	1	1	1
P3	7	7	6,9	7,0	24	25,2	25	24,7	0,052	0,053	0,052	0,052	0,545	0,54	0,578	0,55	0	0	0	0

D2	ph				T°				Absorvancia				Conductividad				STD			
	M1	M2	M3	prom	M1	M2	M3	prom	M1	M2	M3	prom	M1	M2	M3	Prom	M1	M2	M3	prom
P1	8	7	7	7,33	21,8	22,3	21,7	21,9	0,074	0,076	0,075	0,075	1,606	1,625	1,623	1,61	1	1	1	1
P2	7,5	7,4	7,7	7,5	22	21,9	21,8	21,9	0,071	0,072	0,073	0,071	1,733	1,76	1,75	1,74	1	1	1	1
P3	7	6,9	7	7,0	22,5	22,3	22,5	22,4	0,063	0,064	0,065	0,064	0,7	0,685	0,785	0,72	0	0	0	0

D3	ph				T°				Absorvancia				Conductividad				STD			
	M1	M2	M3	prom	M1	M2	M3	prom	M1	M2	M3	prom	M1	M2	M3	prom	M1	M2	M3	prom
P1	7,8	8	7,7	7,8	23,8	24	23,9	23,9	0,05	0,074	0,071	0,065	1,845	1,726	1,728	1,76	1	1	1	1
P2	7,7	7,8	7,7	7,7	22	21,9	21,8	21,9	0,071	0,072	0,073	0,071	1,733	1,76	1,70	1,74	1	1	1	1
P3	7	7	6,9	7	23,3	23,1	23,2	23,2	0,063	0,064	0,064	0,064	0,547	0,545	0,542	0,54	0	0	0	0

Fuente: Diego Peñafiel

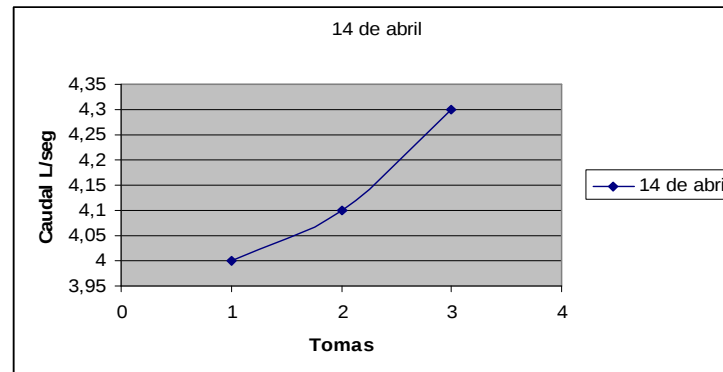
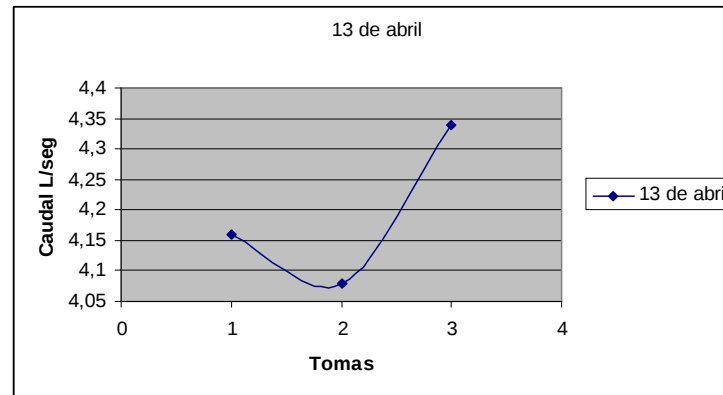
ANEXO B

GRAFICOS DE LAS DIFERENTES CAUDALES DE LAS DESCARGAS

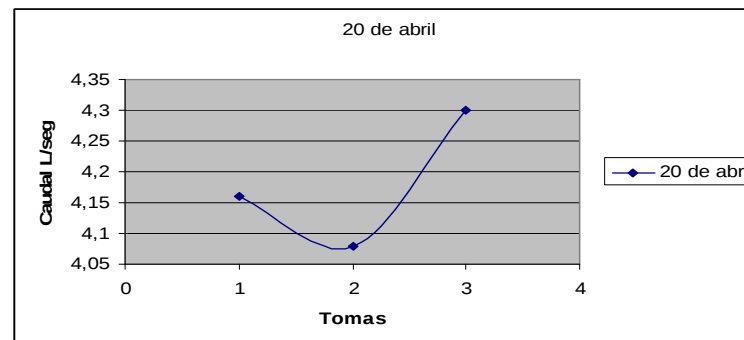
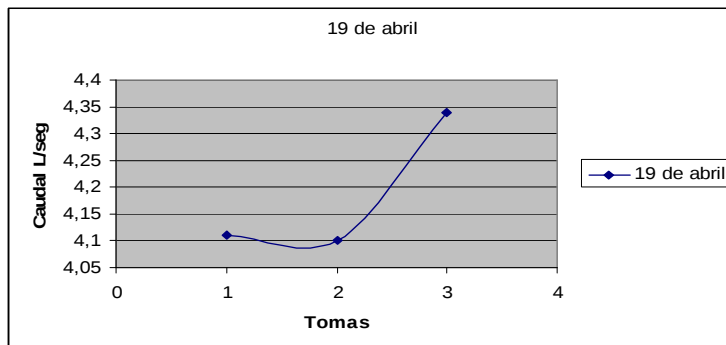
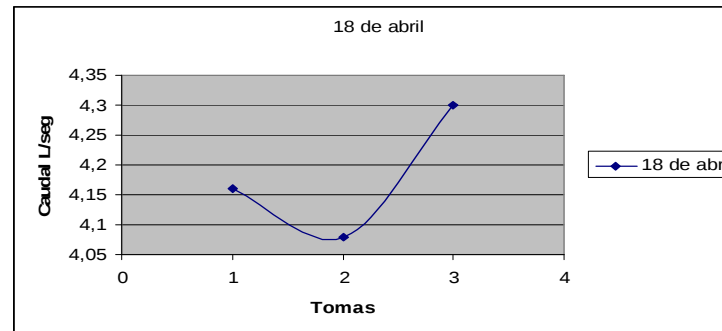
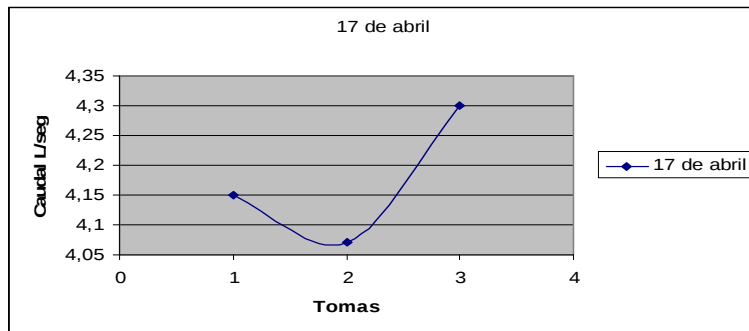
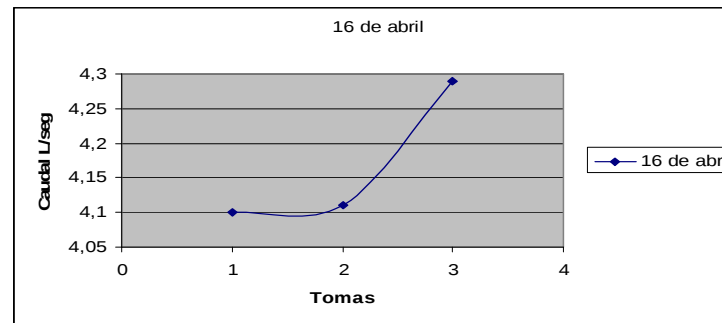
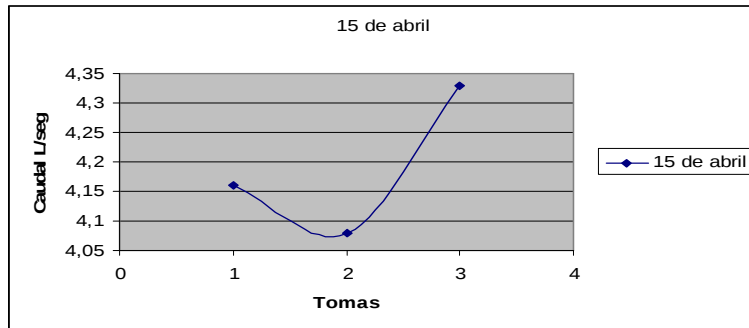
Gráficos de caudales de las descargas

Descarga 1

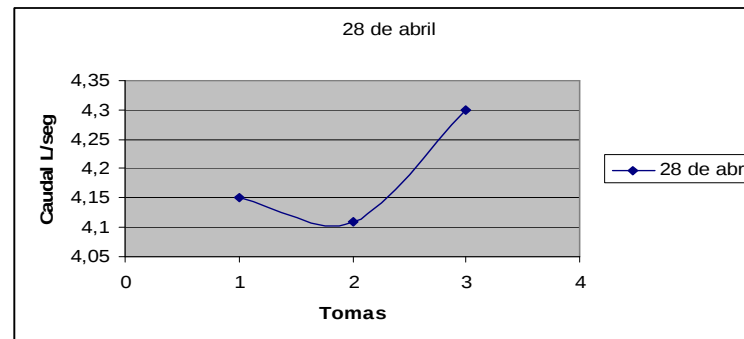
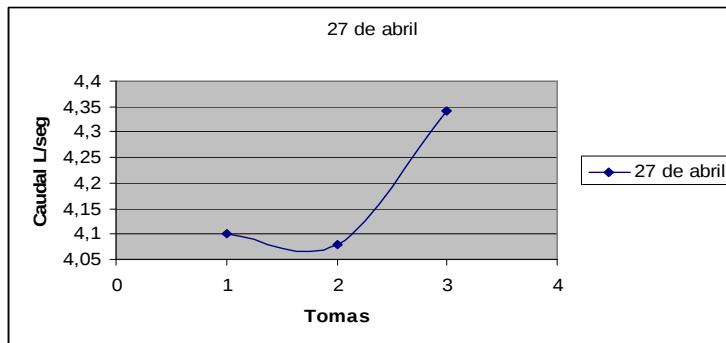
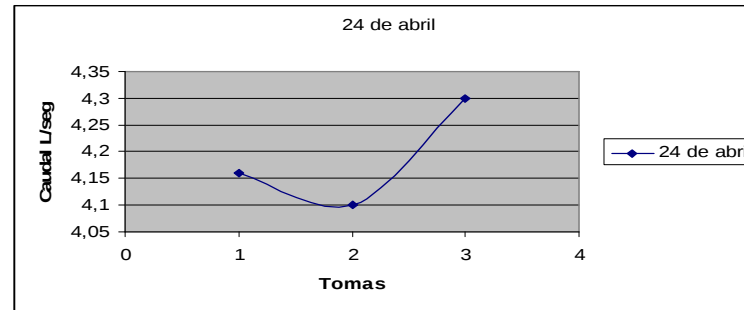
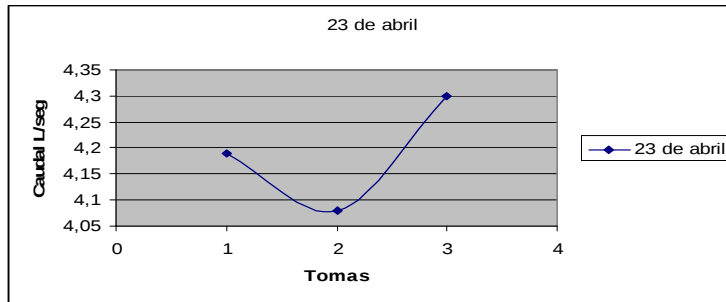
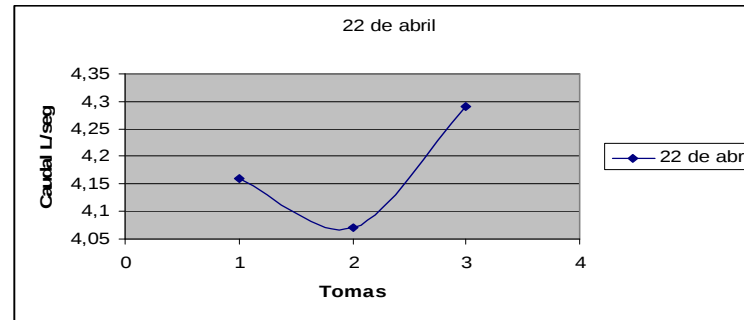
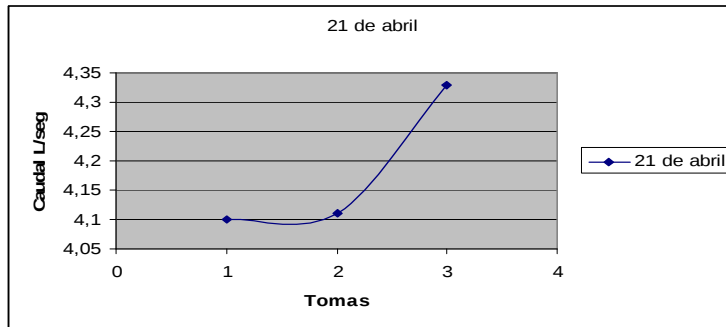
MUESTRA	Tomas (L/seg)		
DIA	Mañana	Medio Día	Tarde
13 de abril	4,16	4,08	4,34
14 de abril	4	4,1	4,3
15 de abril	4,16	4,08	4,33
16 de abril	4,1	4,11	4,29
17 de abril	4,15	4,07	4,3
18 de abril	4,16	4,08	4,3
19 de abril	4,11	4,1	4,34
20 de abril	4,16	4,08	4,3
21 de abril	4,1	4,11	4,33
22 de abril	4,16	4,07	4,29
23 de abril	4,19	4,08	4,3
24 de abril	4,16	4,1	4,3
27 de abril	4,1	4,08	4,34
28 de abril	4,15	4,11	4,3
29 de abril	4,16	4,07	4,33
30 de abril	4,11	4,08	4,29
1 de mayo	4,16	4,1	4,3
2 de mayo	4,1	4,08	4,3
4 de mayo	4,16	4,11	4,34
5 de mayo	4,2	4,07	4,3



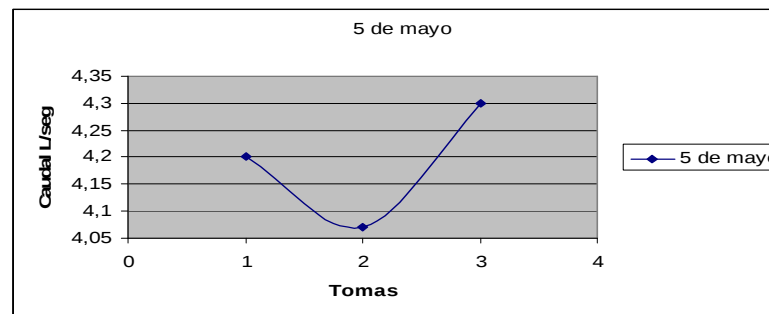
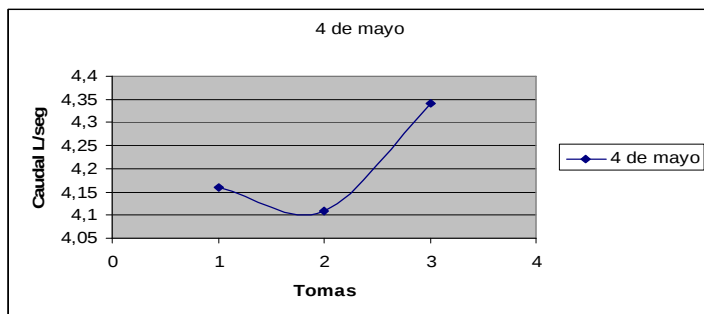
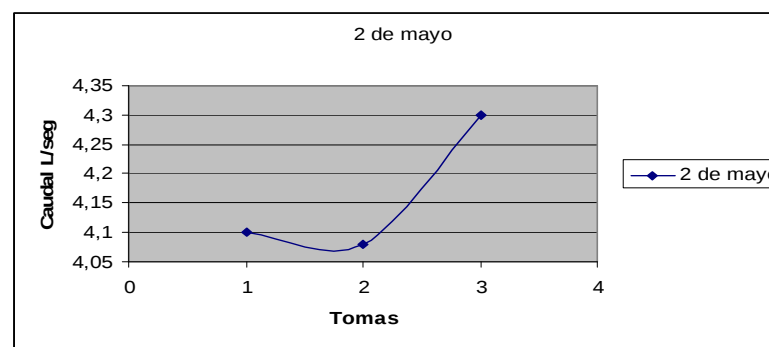
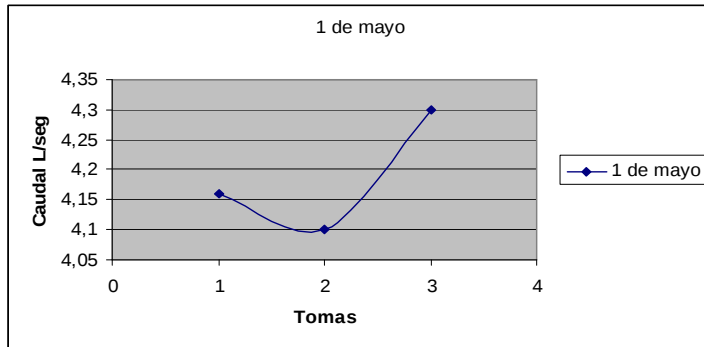
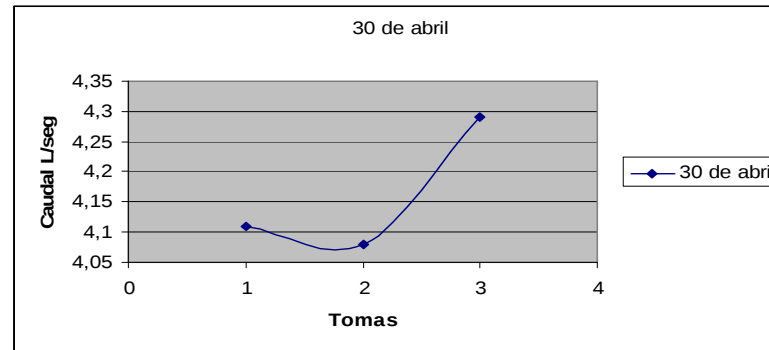
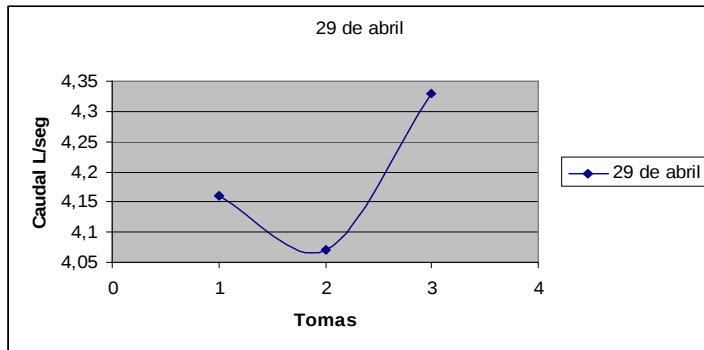
Fuente: Diego Peñafiel



Fuente: Diego Peñafiel



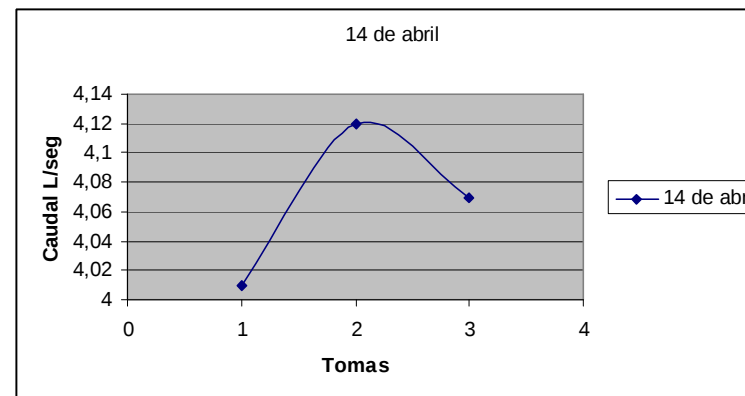
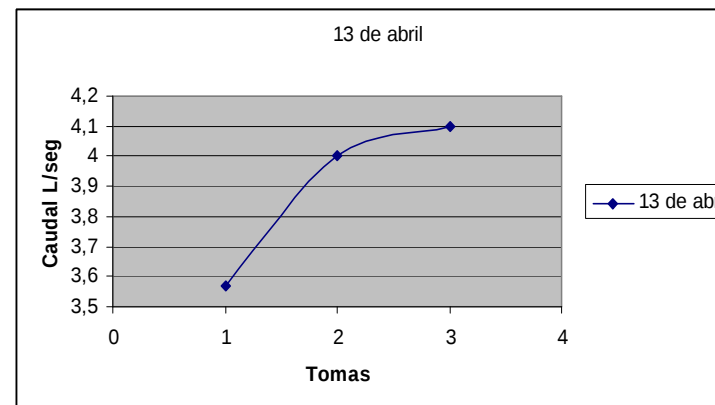
Fuente: Diego Peñafiel



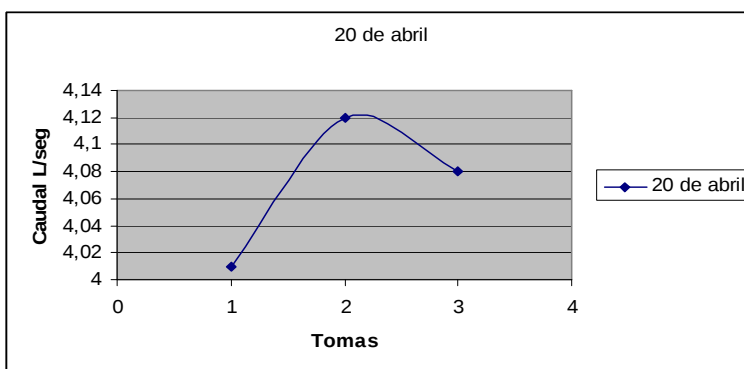
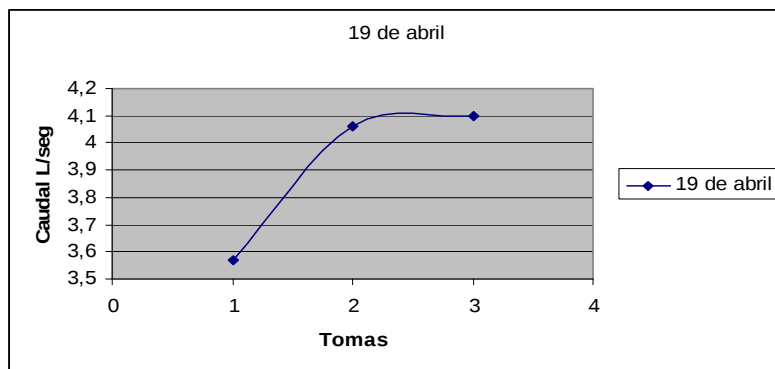
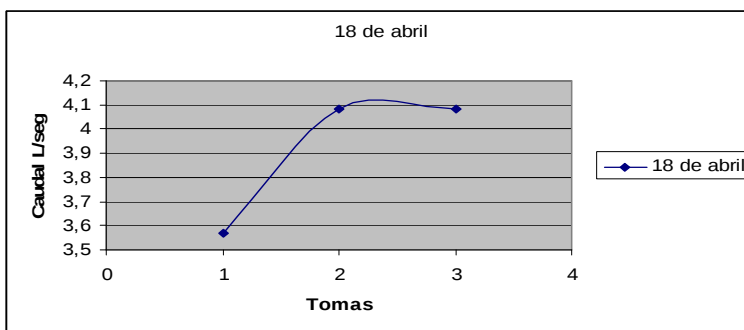
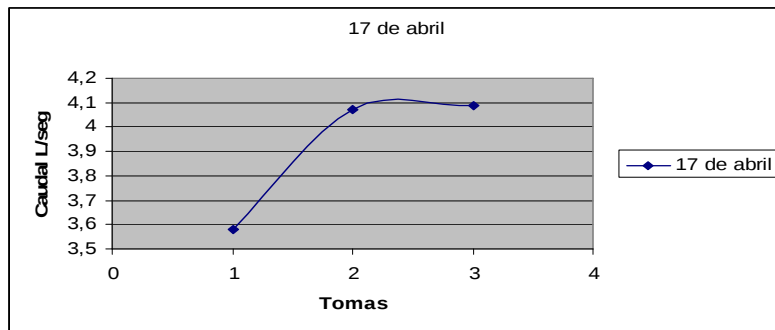
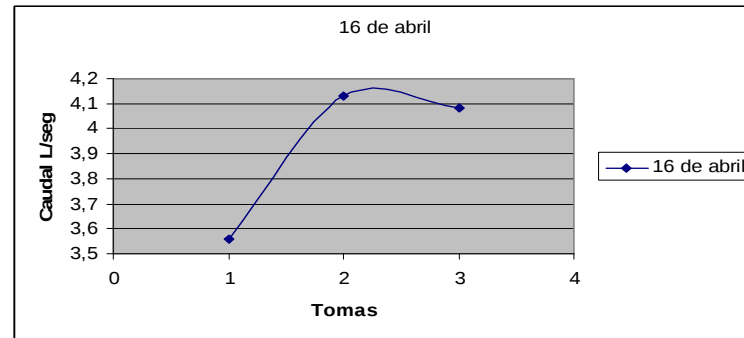
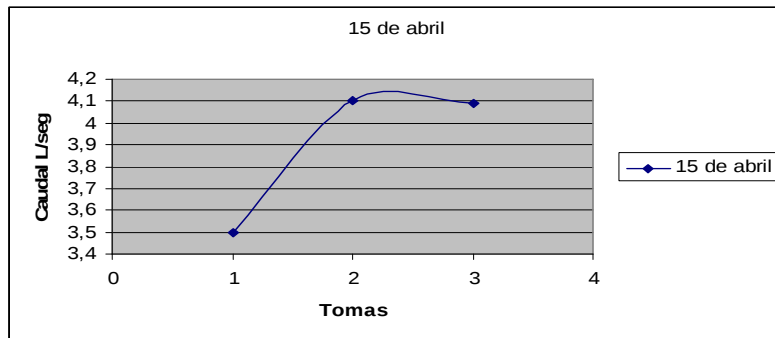
Fuente: Diego Peñafiel

Descarga 2

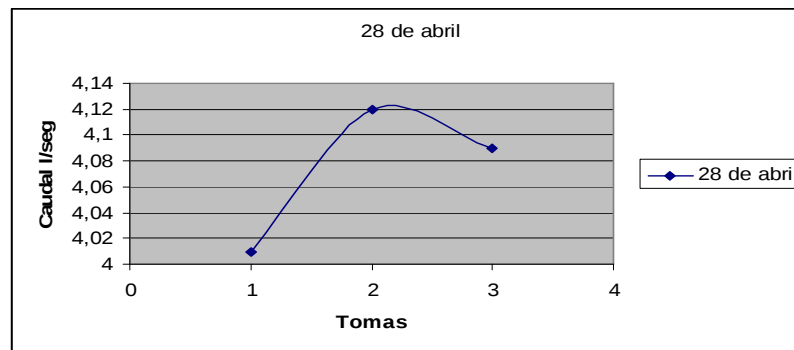
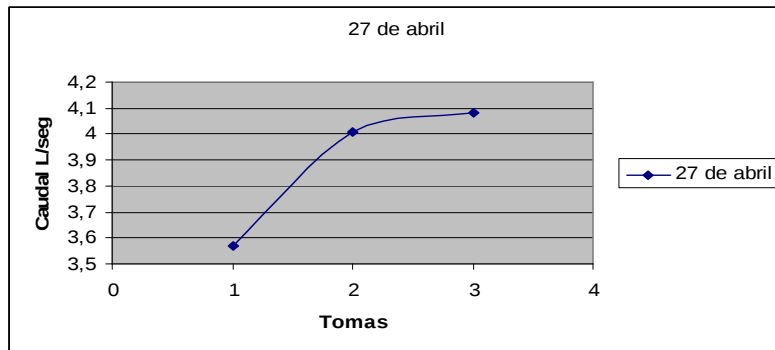
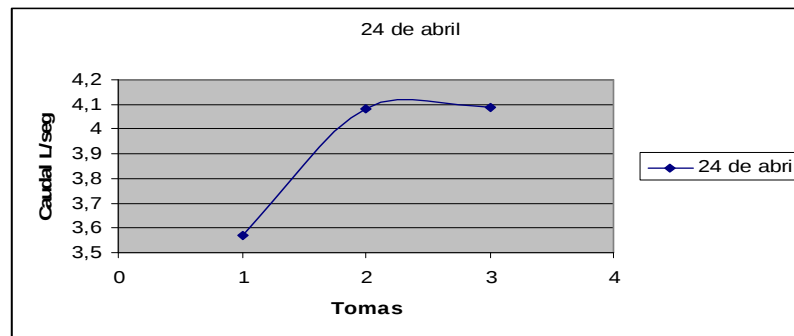
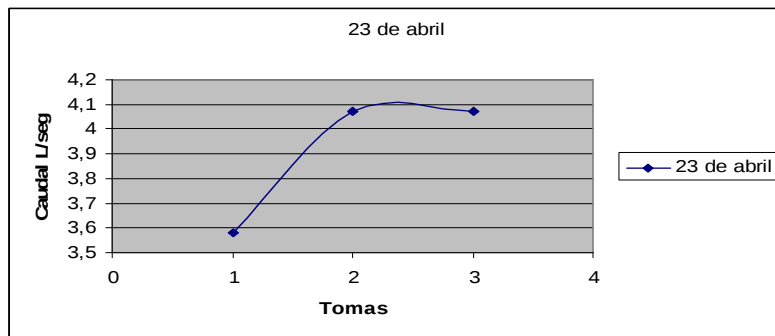
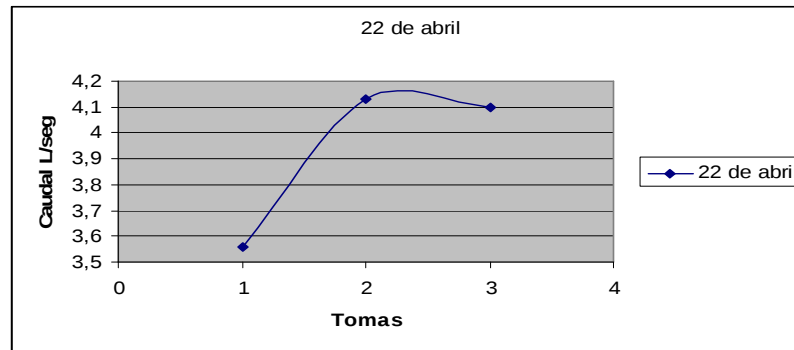
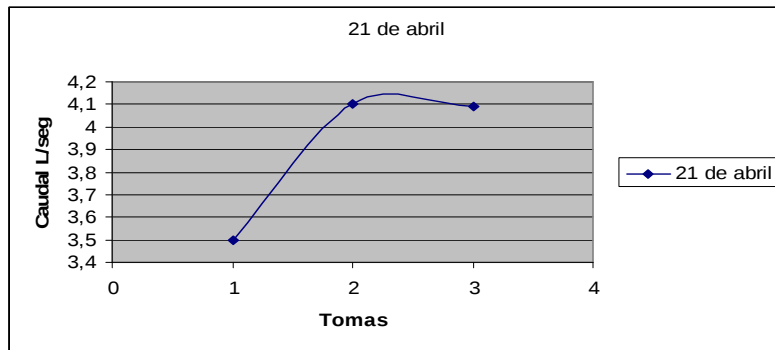
MUESTRA	Tomas (L/seg)		
DÍA	Mañana	Medio Día	Tarde
13 de abril	3,57	4	4,1
14 de abril	4,01	4,12	4,07
15 de abril	3,5	4,1	4,09
16 de abril	3,56	4,13	4,08
17 de abril	3,58	4,07	4,09
18 de abril	3,57	4,08	4,08
19 de abril	3,57	4,06	4,1
20 de abril	4,01	4,12	4,08
21 de abril	3,5	4,1	4,09
22 de abril	3,56	4,13	4,1
23 de abril	3,58	4,07	4,07
24 de abril	3,57	4,08	4,09
27 de abril	3,57	4,01	4,08
28 de abril	4,01	4,12	4,09
29 de abril	3,5	4,1	4,08
30 de abril	3,56	4,13	4,1
1 de mayo	3,58	4,07	4,08
2 de mayo	3,57	4,08	4,09
4 de mayo	3,57	4	4,1
5 de mayo	4,01	4,12	4,07



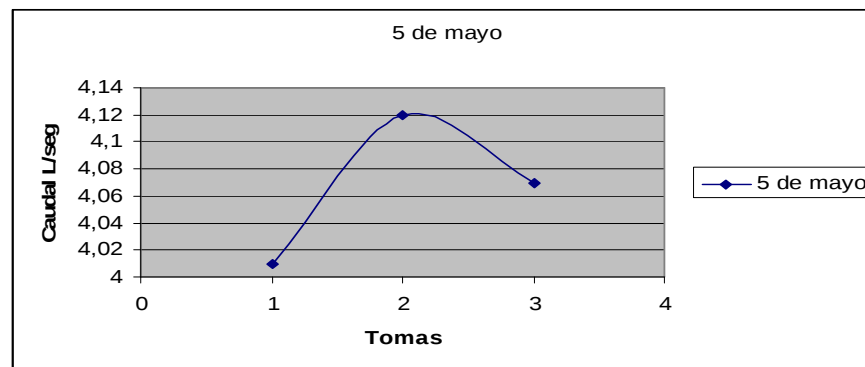
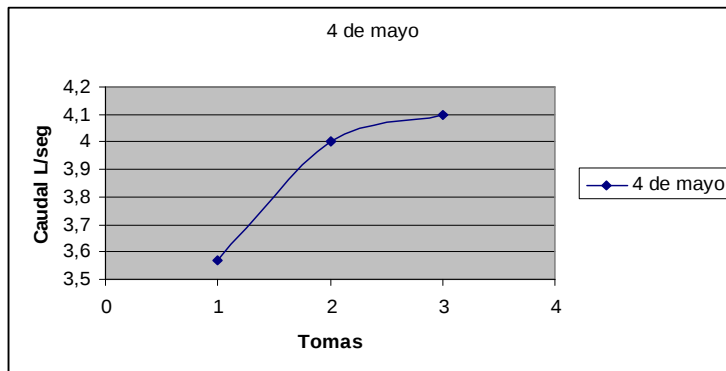
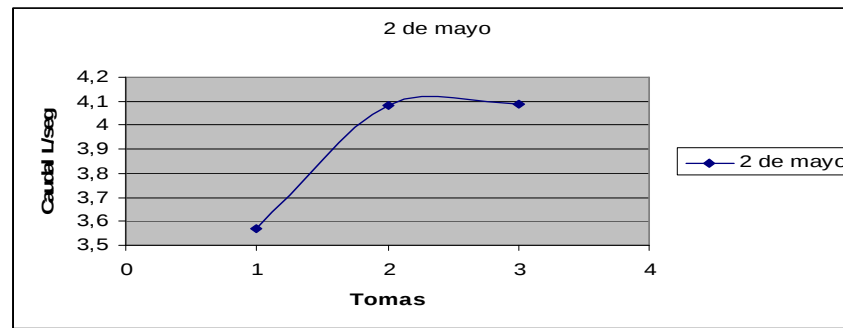
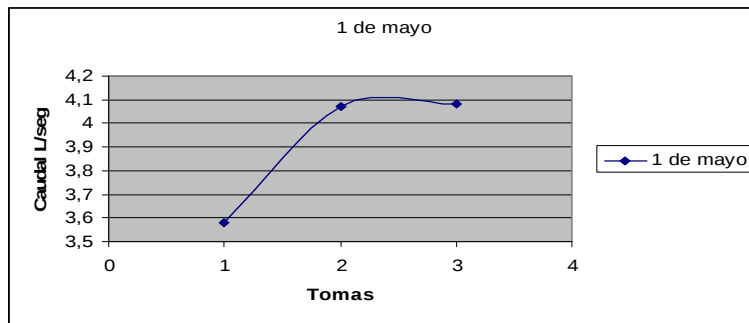
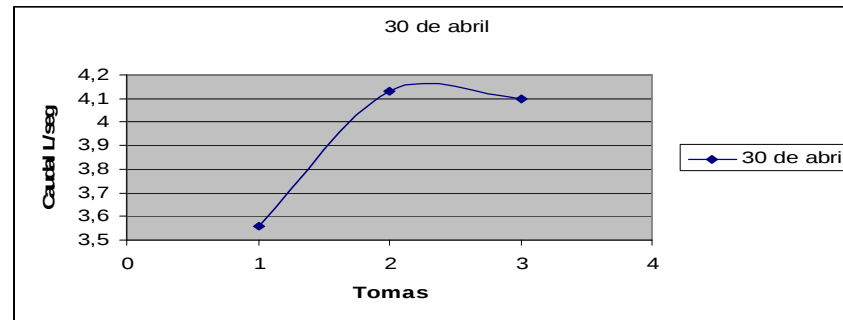
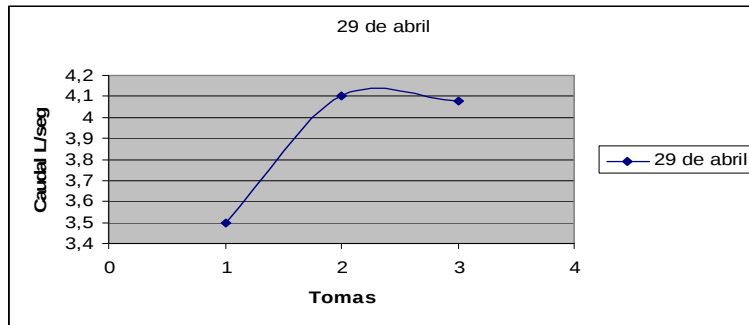
Fuente: Diego Peñafiel



Fuente: Diego Peñafiel



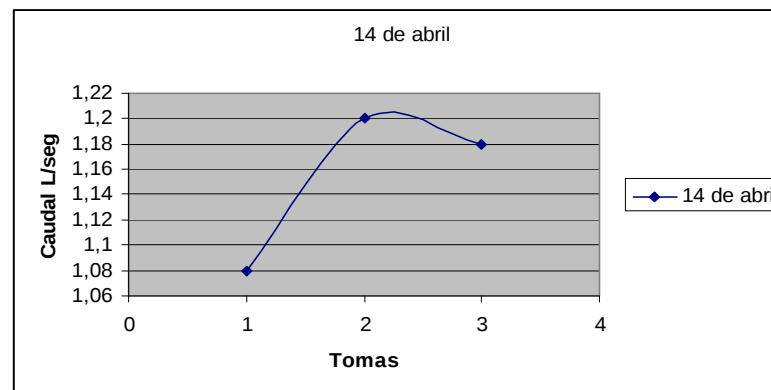
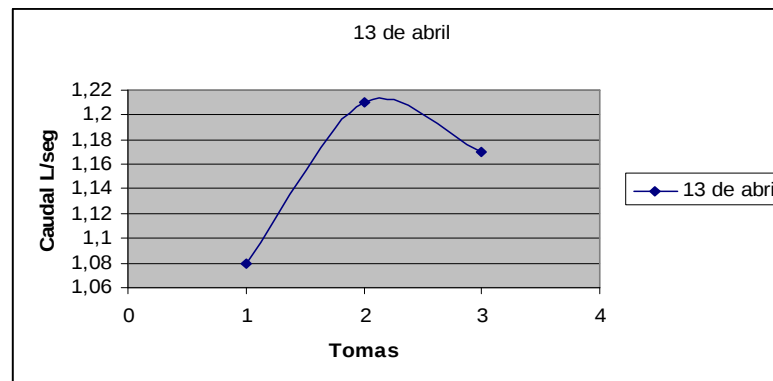
Fuente: Diego Peñafiel



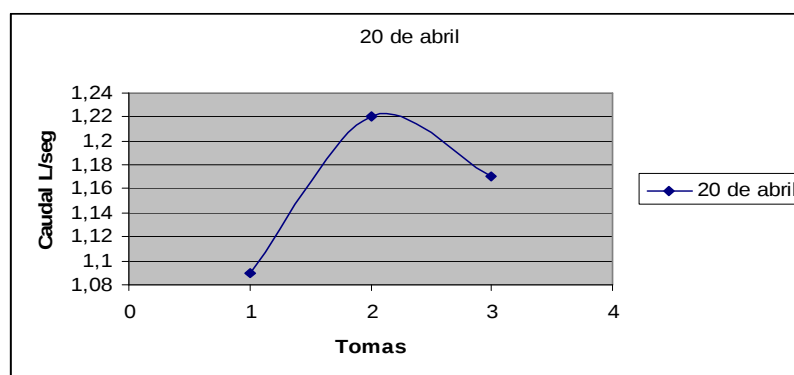
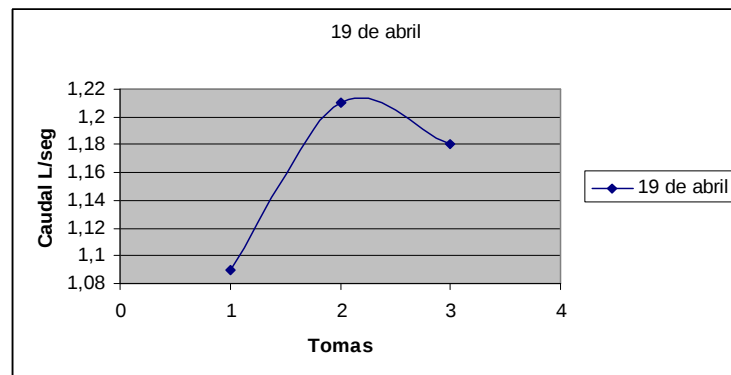
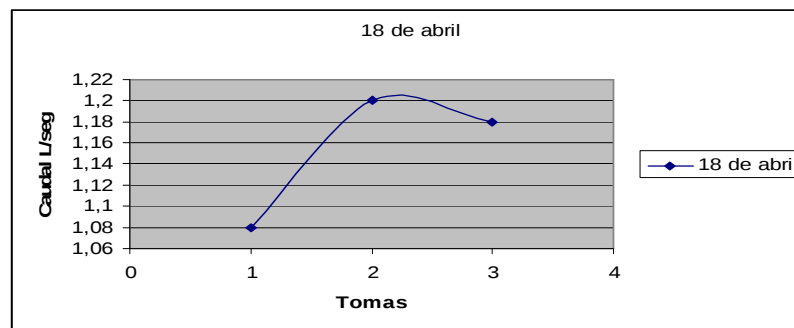
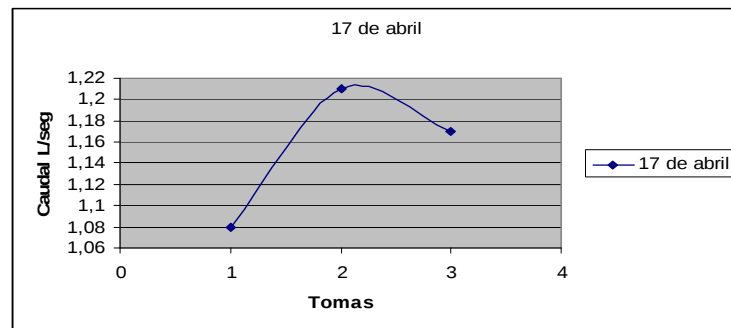
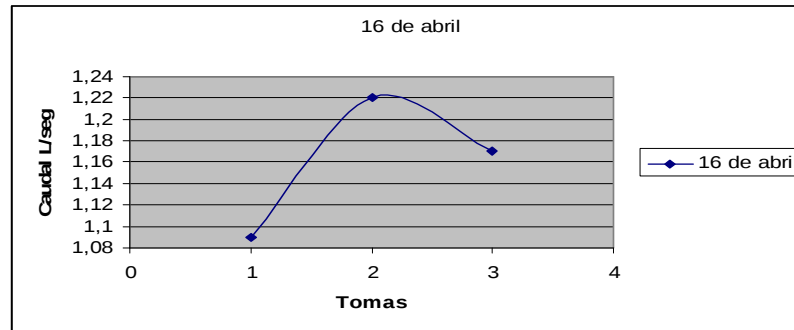
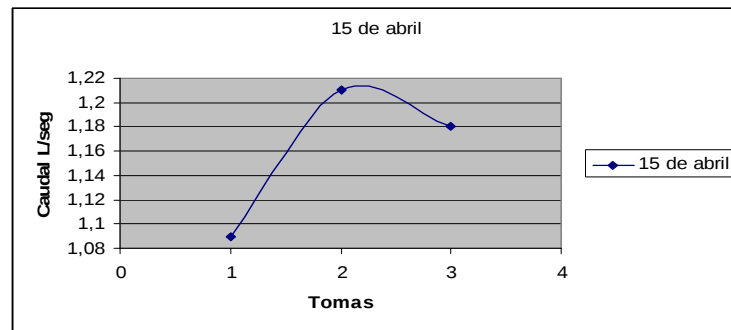
Fuente: Diego Peñafiel

Descarga 3

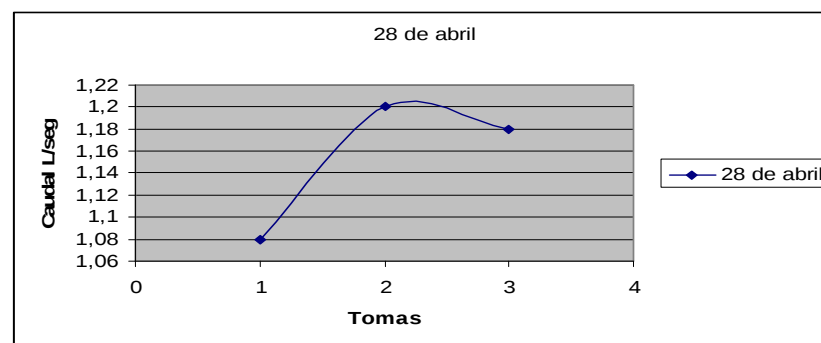
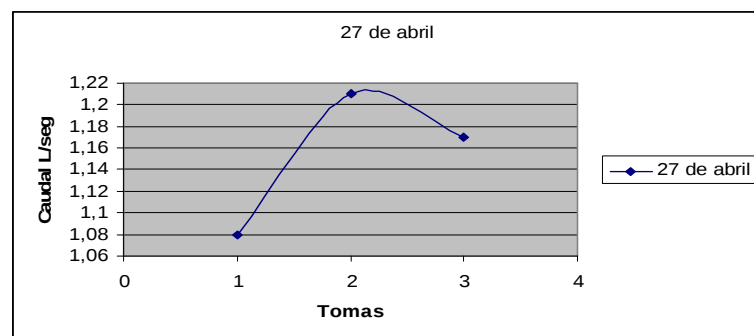
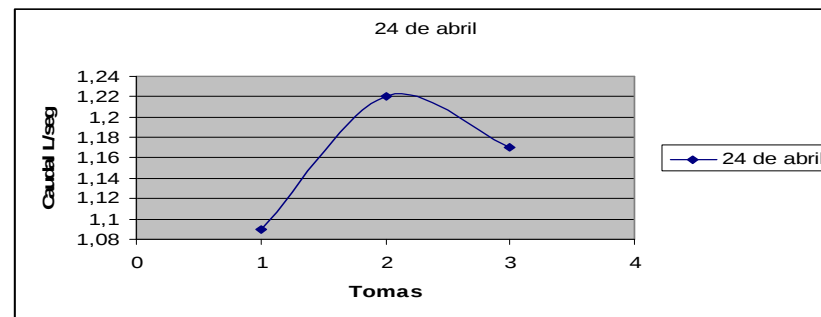
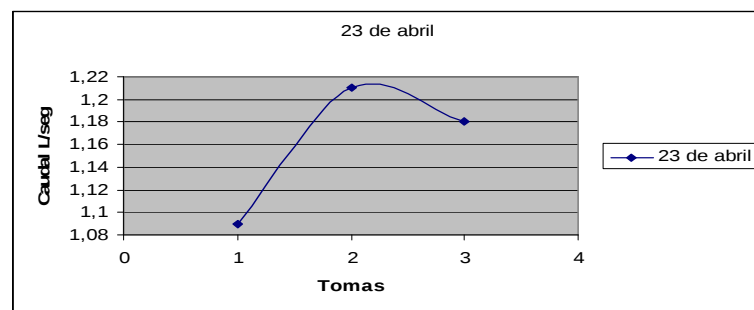
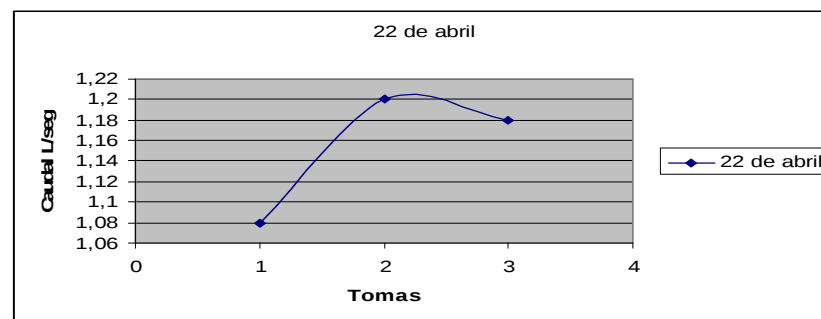
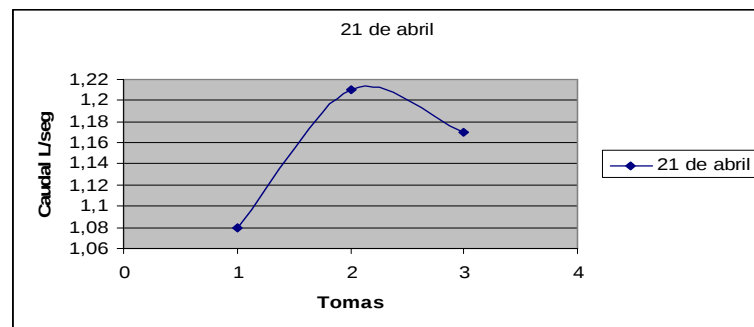
MUESTRA	Tomas (L/seg)		
DIA	Mañana	Medio Día	Tarde
13 de abril	1,08	1,21	1,17
14 de abril	1,08	1,2	1,18
15 de abril	1,09	1,21	1,18
16 de abril	1,09	1,22	1,17
17 de abril	1,08	1,21	1,17
18 de abril	1,08	1,2	1,18
19 de abril	1,09	1,21	1,18
20 de abril	1,09	1,22	1,17
21 de abril	1,08	1,21	1,17
22 de abril	1,08	1,2	1,18
23 de abril	1,09	1,21	1,18
24 de abril	1,09	1,22	1,17
27 de abril	1,08	1,21	1,17
28 de abril	1,08	1,2	1,18
29 de abril	1,09	1,21	1,18
30 de abril	1,09	1,22	1,17
1 de mayo	1,08	1,21	1,17
2 de mayo	1,08	1,2	1,18
4 de mayo	1,09	1,21	1,18
5 de mayo	1,09	1,22	1,17



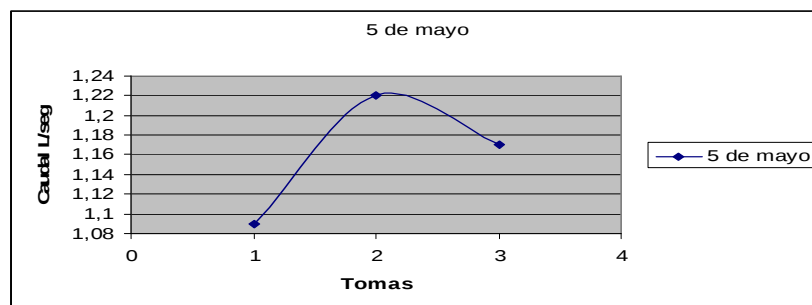
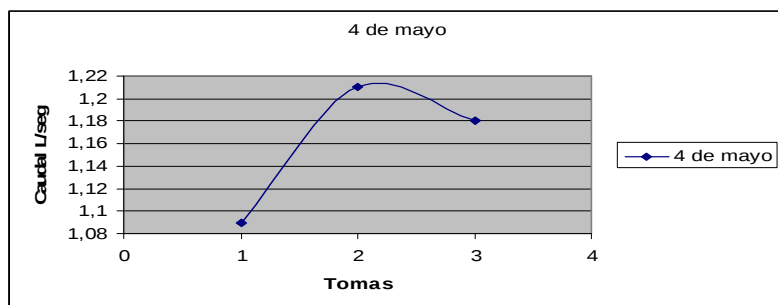
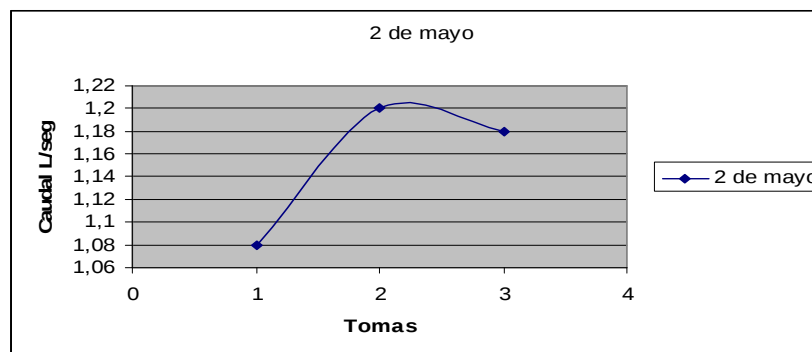
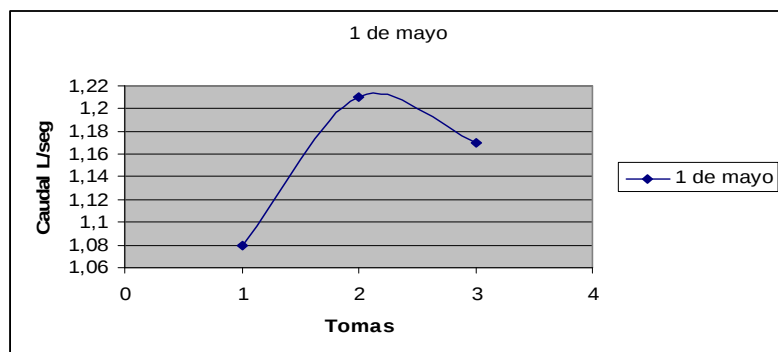
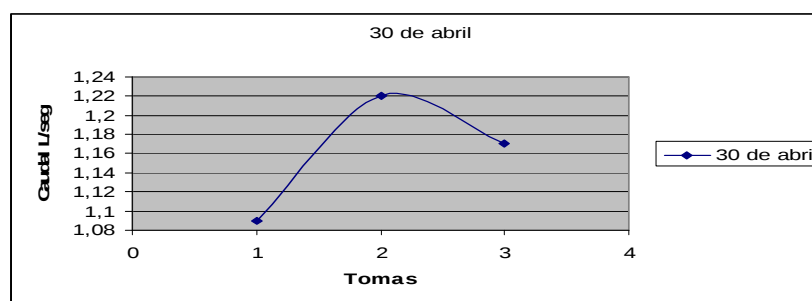
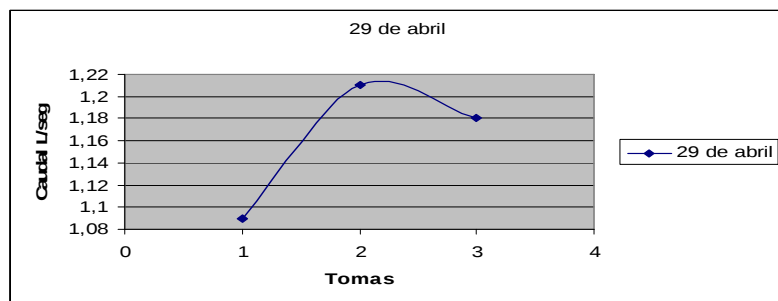
Fuente: Diego Peñafiel



Fuente: Diego Peñafiel



Fuente: Diego Peñafiel



Fuente: Diego Peñafiel

ANEXO C

ENCUESTA REALIZADA A LOS POBLADORES DEL LA ZONA OBJETO DE ESTUDIO Y TABULACION DE LAS MISMAS

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

ENCUESTA SOCIO-ECONÓMICA AMBIENTAL EN EL SECTOR UNION BASE

Esta encuesta vinculada a un trabajo de investigación tiene como fin recaudar información de este sector. Ud. Ha sido considerado(a) teniendo en cuenta que nos puede ofrecer una valiosa información respecto al tema.

LA FAMILIA

- 1.** ¿Cuántas personas residen en su vivienda? ()

NIVEL DE VIDA

- 2.** Su vivienda es:

Propia () Alquilada () Otra (Especifique) () _____

- 3.** ¿Qué tipo de sistema sanitario posee?:

Servicio higiénico () Letrina () Pozo séptico ()

- 4.** ¿A dónde se descargan las aguas servidas de su vivienda?

Cuneta () Estero () Pozo séptico ()

SALUD

- 5.** ¿Tiene problemas de salud su familia?

Siempre () Ocasionalmente () Nunca ()

- 6.** Indique las causas por las que se enferman sus familiares

Clima () Falta de agua potable () Presencia de mosquitos ()

7. ¿Cuáles de los miembros de la familia presenta con más frecuencia algún tipo de enfermedad?

Niños () Adolescentes () Adultos () Adultos mayores ()

8. ¿Cuáles son las enfermedades más frecuentes que se producen en su hogar?

Diarreas () Respiratorias () Parasitosis () De la piel ()

9. ¿Qué tipo de agua consumen para beber?

De lluvia () Tratada () De río () Otra ()

10. Si el agua de bebida no es tratada, ¿Qué tratamiento realiza antes de consumirla?

La clora () La hierve () Otro ()

1. ¿De qué forma almacenan el agua de consumo?

Tanque de plástico () Tanque metálico () Tanque de cemento ()

2. ¿Qué usos le da a esa agua?

ASPECTOS AMBIENTALES

13. ¿Ha recibido alguna capacitación o información en los últimos 10 años, en temáticas socioeconómicas y ambientales? ¿De qué se trató?

Si () No ()

14. ¿Cree Ud. Que perjudica en algo la calidad del agua del río Puyo cuando vierte en ella sus residuales domésticos?

Si () No () Indiferente ()

¡Gracias por su colaboración!

TABULACION DE LAS ENCUESTAS

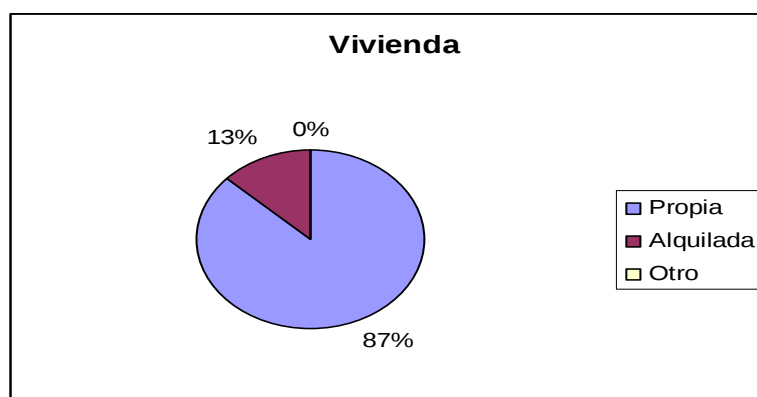
1. Cuántas personas residen en su vivienda? ()

Vivienda	# de personas que habitan
1	3
2	4
3	3
4	5
5	4
6	3
7	5
8	4
9	5
10	5
11	4
12	3
13	4
14	3
15	3
Total	58

Fuente: Diego Peñafiel

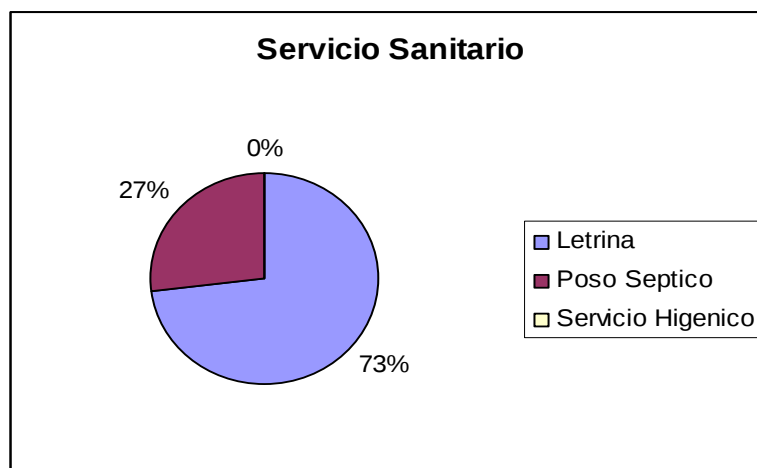
NIVEL DE VIDA

2. Su vivienda es:



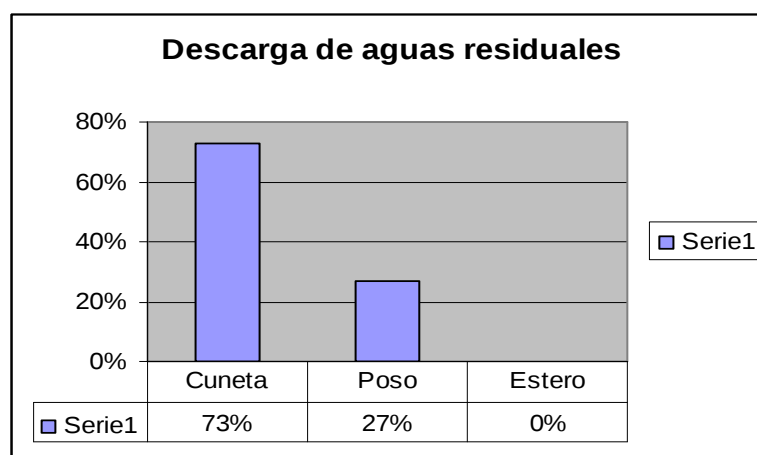
Fuente: Diego Peñafiel

3. ¿Qué tipo de sistema sanitario posee?:



Fuente: Diego Peñafiel

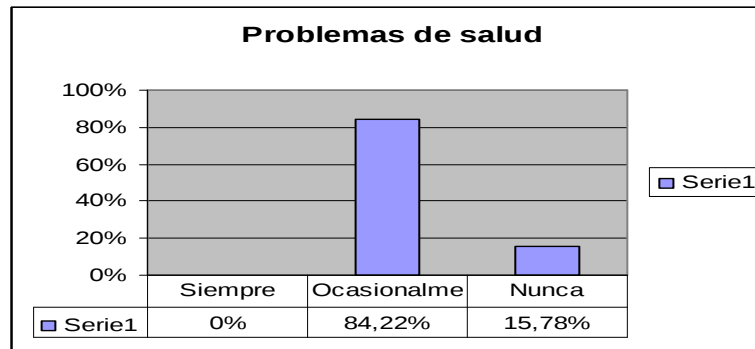
4. ¿A dónde se descargan las aguas servidas de su vivienda?



Fuente: Diego Peñafiel

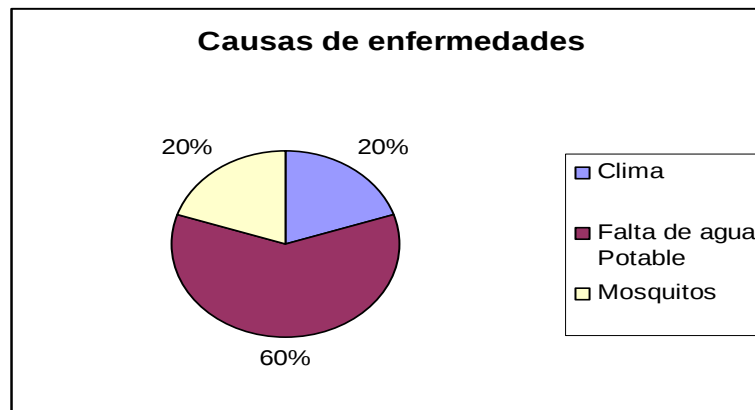
SALUD

5. ¿Tiene problemas de salud su familia?



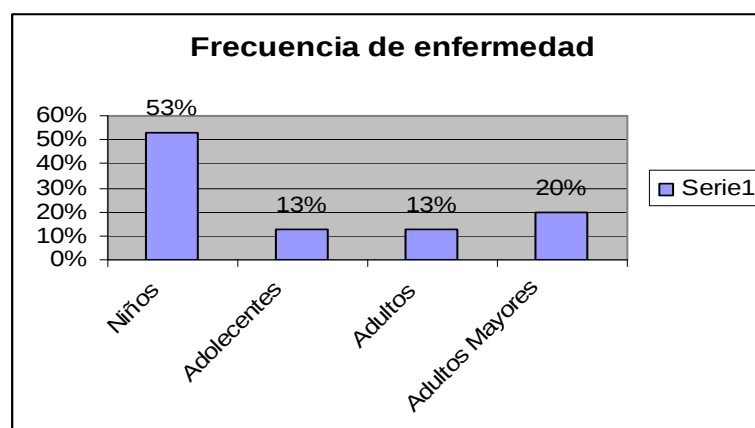
Fuente: Diego Peñafiel

6. Indique las causas por las que se enferman sus familiares



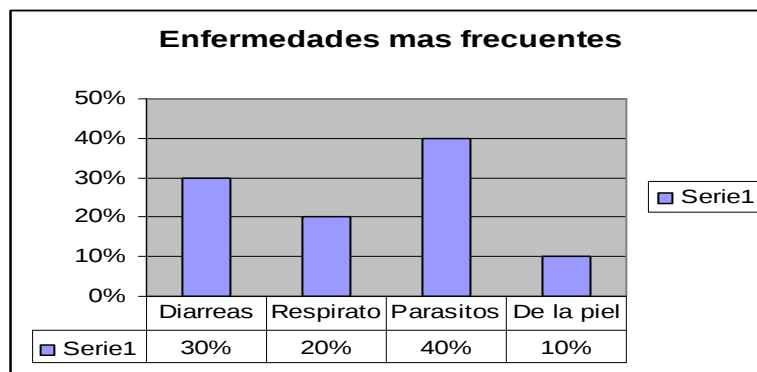
Fuente: Diego Peñafiel

7. ¿Cuáles de los miembros de la familia presenta con más frecuencia algún tipo de enfermedad?



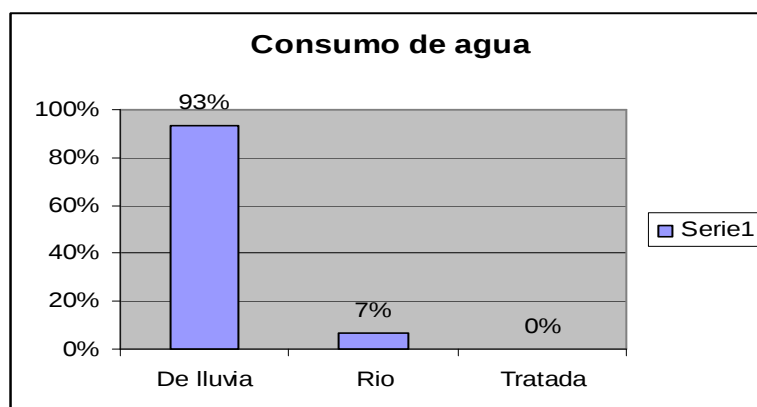
Fuente: Diego Peñafiel

8. ¿Cuáles son las enfermedades más frecuentes que se producen en su hogar?



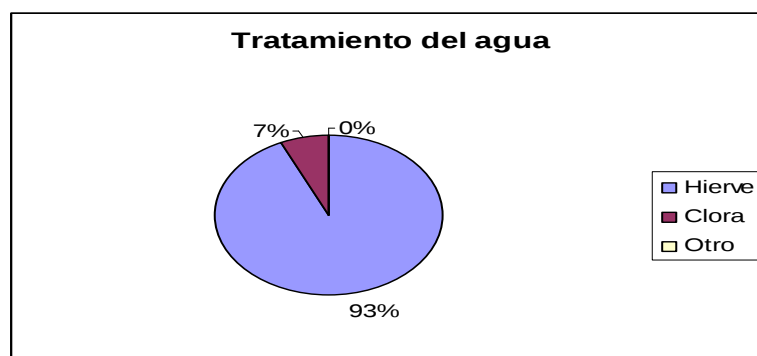
Fuente: Diego Peñafiel

9. ¿Qué tipo de agua consumen para beber?



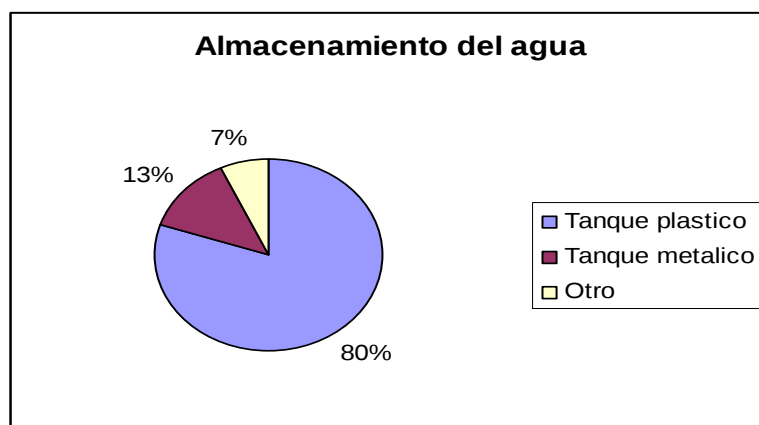
Fuente: Diego Peñafiel

10. Si el agua de bebida no es tratada, ¿Qué tratamiento realiza antes de consumirla?



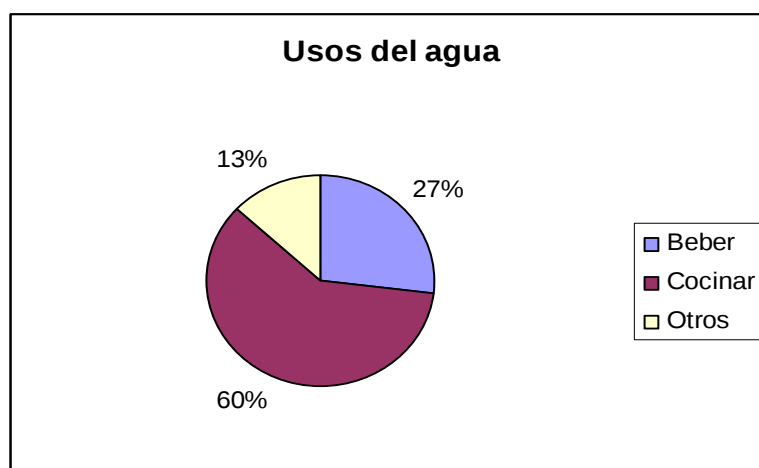
Fuente: Diego Peñafiel

11. ¿De qué forma almacenan el agua de consumo?



Fuente: Diego Peñafiel

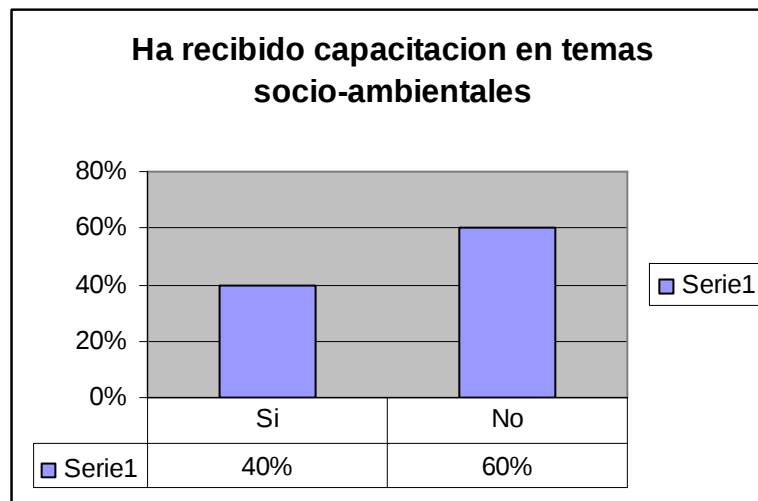
11. ¿Qué usos le da a esa agua?



Fuente: Diego Peñafiel

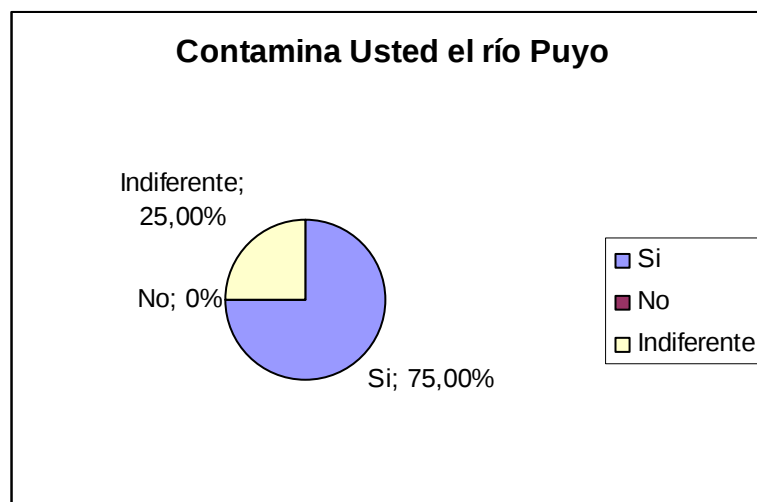
ASPECTOS AMBIENTALES

12. ¿Ha recibido alguna capacitación, en temáticas socioeconómicas y ambientales? ¿De qué se trató?



Fuente: Diego Peñafiel

14. ¿Cree Ud. que perjudica en algo la calidad del agua del río Puyo cuando vierte en ella sus residuales domésticos?



Fuente: Diego Peñafiel

ANEXO D

CRITERIOS DE CALIDAD PARA AGUAS CON FINES RECREATIVOS

Criterios de calidad para aguas con fines recreativos

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

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

Los criterios de calidad para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto primario se presentan a continuación:

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

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

Fuente: Norma de Calidad Ambiental y Descargas de Efluentes Recurso Agua, anexo

ANEXO E

FOTOGRAFIAS DEL SECTOR

Cause de río



Vista Panorámica del Sector Unión Base parte baja



Descargas 1 de aguas residuales domesticas



Fuente: Diego Peñafiel

Descarga 2 de aguas residuales domesticas



Fuente: Diego Peñafiel

Viviendas del sector



Fuente: Diego Peñafiel

