

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TEMA:

**“DISEÑO DE UN MAPA GEORREFERENCIADO Y UBICACIÓN DE
LOS EFLUENTES, PARA CARACTERIZAR EL RÍO PUMACUNCHI,
EN EL TRAMO QUE ATRAVIESA LA PARROQUIA ELOY ALFARO
CANTÓN LATACUNGA PERÍODO 2013”.**

**Tesis presentada previa a la obtención del título de ingeniero en medio
ambiente**

AUTOR

EDGAR PAÚL ORTEGA JIMÉNEZ

DIRECTORA

ING. IVONNE ENDARA

LATACUNGA – ECUADOR 2014

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **EDGAR PAUL ORTEGA JIMÉNEZ**; declaro bajo juramento que el trabajo descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada en ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración cedo mi derecho de propiedad intelectual correspondientes a lo desarrollado en este trabajo, a la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, según lo establecido por la ley de la propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

POSTULANTE:

EDGAR PAÚL ORTEGA JIMÉNEZ

C.I. 0502546740

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Cumpliendo con el reglamento del curso profesional de la “Universidad Técnica de Cotopaxi”, Yo, Ing. Ivonne Endara Campaña, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Directora de la presente Tesis de Grado: **“DISEÑO DE UN MAPA GEORREFERENCIADO Y UBICACIÓN DE LOS EFLUENTES, PARA CARACTERIZAR EL RÍO PUMACUNCHI, EN EL TRAMO QUE ATRAVIESA LA PARROQUIA ELOY ALFARO CANTÓN LATACUNGA PERÍODO 2013”**. De Edgar Paúl Ortega Jiménez, de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente. **CERTIFICO:** Que ha sido prolijamente revisada. Por tanto, autorizo la presentación; de la misma ya que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

Ing. Ivonne Endara

DIRECTORA DE TESIS



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

LATACUNGA-COTOPAXI-ECUADOR

CERTIFICACIÓN

En calidad de miembros del tribunal para el acto de Defensa de Tesis del Sr. postulante: **Edgar Paúl Ortega Jiménez** con el Tema: **“DISEÑO DE UN MAPA GEORREFERENCIADO Y UBICACIÓN DE LOS EFLUENTES, PARA CARACTERIZAR EL RÍO PUMACUNCHI, EN EL TRAMO QUE ATRAVIESA LA PARROQUIA ELOY ALFARO CANTÓN LATACUNGA PERÍODO 2013”**. Se emitieron algunas sugerencias, mismas que han sido ejecutados a entera satisfacción, por lo que autorizamos a continuar con el trámite correspondiente.

Ing. Renán Lara

Presidente del Tribunal

MSc. Patricio Clavijo

Miembro del Tribunal

Ing. Eduardo Cajas

Opositor del Tribunal

CERTIFICACIÓN SUMMARY

Yo, **Lic. M.Sc Martha Cecilia Cueva** con cédula de identidad **N°170502244-8** en mi calidad de profesora del idioma inglés de la Universidad Técnica de Cotopaxi, certifico haber revisado el resumen de la tesis de Edgar Paul Ortega Jiménez, egresado de la Unidad Académica en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Dejando el contenido bien estructurado y libre de errores.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, el interesado puede hacer uso del presente documento como crea conveniente.

Lo certifico:

Lic. M.Sc Martha Cecilia Cueva

CI. N°170502244-8

AGRADECIMIENTO

A lo largo de mi vida estudiantil han existido mucha personas e instituciones que ayudaron, para conseguir este sueño por ello deseo agradecer a:

Universidad técnica de Cotopaxi quien me abrió las puertas para formarme como profesional.

Mis Docentes quienes compartieron sus conocimientos para mi formación, en especial a la Ing. Ivonne Endara por haberme aceptado para realizar esta tesis bajo su dirección gracias, por su apoyo y orientación y hacer posible la culminación de este último pasó de mi carrera.

A mi esposa Jimena por la ayuda brindada en toda mi formación profesional

A mis padres por todo su sacrificio y dedicación que me han brindado, no solo en mi carrera sino a lo largo de toda mi vida mil gracias.

A mi Amigo Rodrigo gracias por la ayuda brindada en a lo largo de mi carrera y en especial en el desarrollo de la presente investigación

A todos mis familiares y amigos que de una u otra manera fueron parte de este logro, a todos ellos de corazón un millón de gracias, por todo el apoyo recibido.

Paúl Ortega Jiménez

DEDICATORIA

Este logro deseo dedicar principalmente a Dios por todo lo que él me ha dado.

Mi esposa e hija por estar a mi lado en toda esta travesía, gracias Jimena por tu apoyo, mi pequeña Ailish tú has sido mi motivación

A mis Padres gracias por el sacrificio su apoyo infinito.

Mi querida madre María Teresa Jiménez, gracias por enseñarme a ser perseverante tu ejemplo para no darme por vencido.

Mi padre Edgar Reinaldo Ortega, gracias por los valores que me enseñó los cuales han sido el cimiento principal de mi vida.

Mis hermanos Anita y Edison gracias por su apoyo en especial a mi hermano Edison que es un ejemplo de vida gracias.

Paúl Ortega Jiménez

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	III
CERTIFICACIÓN.....	IV
CERTIFICACIÓN SUMMARY.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
I. INTRODUCCIÓN.....	XV
II. OBJETIVOS.....	XVII
GENERAL.....	XVII
ESPECÍFICOS.....	XVII
CAPITULO I.....	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
1.1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1.1. CUENCA HIDROGRÁFICA.....	1
1.1.1.1. Definición.....	1
1.1.1.2. Delimitación Una Cuenca Hidrográfica.....	2
1.1.1.3. Perímetro De La Cuenca (km).....	2
1.1.1.4. Altura Máxima Y Altura Mínima.....	3
1.1.1.5. Curva Hipsométrica.....	3

1.1.1.6. Red De Drenaje	4
1.1.1.7. Densidad de Drenaje (Dd)	6
1.1.1.8. Río	6
1.1.1.9. Río en relación el Riego	9
1.1.1.10. Canales de Riego	10
1.1.2. CICLO HIDROLÓGICO.....	11
1.1.2.1. Fases del Ciclo Hidrológico	11
1.1.3. CALIDAD DEL AGUA	13
1.1.3.1. El Agua.....	14
1.1.3.2. Tipos de Aguas	15
1.1.3.3. Características Estructurales Del Agua.	15
1.1.3.4. Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego.....	17
1.1.3.5. Contaminación del Agua	19
1.1.3.6. Principales Contaminantes De Los Ríos	20
1.1.3.7. Parámetros Físicos Químicos del Agua.....	23
1.1.3.8. Fuentes de Contaminación	28
1.1.3.9. Análisis Fisco Químico del Agua.....	28
1.1.4. NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE	34
1.1.4.1. Constitución Política Del Ecuador	34
1.1.4.2. Tratados y Convenios Internacionales	37
1.1.4.3. Leyes Orgánicas, Leyes Ordinarias	38
1.1.4.4. Normas Regionales, Ordenanzas Distritales	41
1.1.4.5. Decretos Ejecutivos, Reglamentos	42
1.1.4.6. Ordenanzas Municipales, Acuerdos Ministeriales	43
1.1.4.7. Resoluciones Administrativas, Instrucciones	44
1.1.5. GEORREFERENCIACIÓN.....	45
1.1.5.1. Coordenadas Geográficas	45
1.1.5.2. Mapa Georreferenciado Hídrico.....	45
1.1.5.3. Aplicación Informática	46
1.2. MARCO CONCEPTUAL.....	46
 CAPITULO II	 51

2. DISEÑO METODOLOGICO	51
2.1. METODOLOGÍA	51
2.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE ESTUDIO	51
2.1.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN	53
2.1.2.1. Investigación descriptiva	53
2.1.2.2. Investigación cuantitativa y cualitativa	53
2.1.2.3. Investigación de Campo	53
2.1.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	54
2.1.3.1. Métodos	54
2.1.3.2. Técnicas	55
2.1.4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA METODOLOGÍA APLICADA	56
2.1.4.1. Actividades	56
2.1.4.2. Detalle de Actividades.....	57
 CAPITULO III	 63
 3. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y MAPA GEORREFERENCIADO	 63
3.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	63
3.1.1. INTRODUCCIÓN.....	63
3.1.2. PUNTO UNO (P 1)	64
3.1.2.1. Análisis.....	64
3.1.2.2. Interpretación.....	66
3.1.3. PUNTO DOS (P2).....	68
3.1.3.1. Análisis.....	68
3.1.3.2. Interpretación.....	70
3.1.4. PUNTO TRES (P3).....	72
3.1.4.1. Analisis.....	72
3.1.4.2. Interpretación.....	74
3.1.5. PUNTO CUATRO (P4).....	76
3.1.5.1. Análisis.....	76
3.1.5.2. Interpretación.....	78
3.1.6. PUNTO CINCO (P5).....	80

3.1.6.1. Análisis.....	80
3.1.6.2. Interpretación.....	82
3.2. MAPA GEORREFERENCIADO	84
3.2.1. ELABORACIÓN DEL MAPA GEORREFERENCIADO	84
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
4.1. CONCLUSIONES	86
4.2. RECOMENDACIONES.....	87
5. BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	88
5.1. BIBLIOGRAFÍA	88
5.2. TESIS CONSULTADAS.....	89
5.3. LINKOGRAFÍA	89
6. ANEXOS	91

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1. CLASIFICACIÓN DE AGUAS POR SU CONTENIDO DE DUREZA	16
TABLA N° 2. TABLA 6. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA AGUAS DE USO AGRÍCOLA	17
TABLA N° 3. TABLA 7 PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO	19
TABLA N° 4. PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA.....	23
TABLA N° 5. ALTERACIONES QUÍMICAS DEL AGUA.....	25
TABLA N° 6: TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS PUNTO 1	65
TABLA N° 7: TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS PUNTO 2	69
TABLA N° 8: TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS PUNTO 3	73
TABLA N° 9: TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS PUNTO 4	77
TABLA N° 10: TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS PUNTO 5	81

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: EJEMPLO DE CURVA HIPSOMÉTRICA.....	4
FIGURA N° 2: EJEMPLO DE RED DE DRENAJE	5

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N° 1: Mapa Satelital del Tramo del Río Pumacunchi en Google Earth.	52
IMAGEN N° 2: RECONOCIMIENTO DE CAMPO DEL RÍO PUMACUNCHI	59
IMAGEN N° 3: INICIO TOMA DE MUESTRAS PUNTO 1	60
IMAGEN N° 4: TOMA DE MUESTRA DE AGUA PUNTO 2.....	60
IMAGEN N° 5: TOMA DE MUESTRAS PUNTO 3	61
IMAGEN N° 6: TOMA DE MUESTRAS PUNTO 4	61
IMAGEN N° 7: TOMA DE MUESTRAS PUNTO 5	62
IMAGEN N° 8: ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORÍO.....	62
IMAGEN N°9: MAPA GEORREFERENCIADO DEL RÍO PUMACUNCHI...	85

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN N° 1: Conversión de mgCaCO_3/l a meq/l del P1.....	67
ECUACIÓN N° 2: Conversión de mgCaCO_3/l a meq/l del P2.....	71
ECUACIÓN N° 3: Conversión de mgCaCO_3/l a meq/l del P3.....	75
ECUACIÓN N° 4: Conversión de mgCaCO_3/l a meq/l del P4.....	79
ECUACIÓN N° 5: Conversión de mgCaCO_3/l a meq/l del P5.....	83

RESUMEN

La presente investigación consistió en la elaboración de un mapa georreferenciado con el objetivo de situar los efluentes y caracterizar las aguas del río Pumacunchi en el tramo que atraviesa la Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, mediante un monitoreo físico visual (trabajo de campo) y el análisis del agua en laboratorios acreditados, de cuatro puntos estratégicos muestreados a lo largo del tramo del área de estudio y un análisis adicional en la unión de los ríos Pumacunchi y Cutuchi, los resultados del laboratorio se compararon con los parámetros que exige la normativa nacional vigente TULMAS, libro VI, Anexo 1 Tabla 7. Sobre los Parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego, del análisis e interpretación de los datos obtenidos se determinó que el 36,36% de los parámetros requeridos por la normativa no cumplen es decir sobrepasan los límites permisibles y se concluye que el agua no es apta para uso en riego ya que a sus características físicas químicas y biológicas han sido alteradas y como consecuencia altera la calidad ambiental del ecosistema acuático. Todos los datos obtenidos en esta investigación se procesaron y publicaron en un mapa georreferenciado proporcionando una base de datos con información fiable y actualizada, para esto se usó herramientas de software libre, la información presentada puede ser utilizada para futuras investigaciones.

ABSTRACT

The present investigation consisted to create a map geo referenced with the target to abode the effluents and to characterize the waters of the Pumacunchi river in the section which it crosses the Eloy Alfaro Parish, Latacunga canton through physical visual monitoring (field work) and the analysis of the water in accredited laboratories, of four strategic points sampled along the stretch of the area of study and an additional analysis at the junction of the Pumacunchi and Cutuchi rivers, book VI Annex 1 Table 7. On Parameters of the levels guide about water quality for irrigation, from the analysis and interpretation of the obtained data it was determined that 36, 36 % of the parameters required by the norm do not accomplish that is to say they exceed the permissible limits and it concludes that the water is not apt for use in irrigation since to its chemical and biological physical characteristics they have been altered and as consequence alters the environmental quality of the aquatic ecosystem. All the data collected in this investigation were processed and published in a geo-referenced map providing a data base with trustworthy and updated information, for this it was used free software tools, the presented information can be used for future investigations.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación de los ríos es una problemática más antigua que la contaminación ambiental, pero que con el aumento de la población de las ciudades que han nacido a las orillas de los mismos, el volumen de desperdicios tanto orgánicos, producto de desagües cloacales, como químicos, como consecuencias del desarrollo industrial, se incrementó de manera tal que las aguas del mismo se ven afectadas de tal forma que su composición deja de ser natural, afectando tanto a la fauna y flora que se alimenta de la misma como a los humanos que la beben.

Ecuador es un país rico en cantidad de agua, más no en calidad, ya los ríos de Ecuador se encuentran en procesos críticos de contaminación, las principales causas de estas cifras se deben particularmente a los residuos domésticos en su mayor porcentaje y como segundo factor los residuos industriales.

Los efluentes emitidos al río Pumacunchi generan una situación preocupante porque altera sus características físicas químicas y biológicas y con esto altera la calidad ambiental como ecosistema.

El propósito de esta investigación fue el diseño de un mapa georreferenciado, que ayudo a identificar los efluentes que descargan en el río Pumacunchi y se determinó su origen, luego de ubicar los puntos estratégicos se analizó sus aguas con el propósito de saber si son aptas o no para su uso en riego, los resultados de estos

análisis fueron comparados con los parámetros que exige la normativa vigente TULMAS Texto (Unificado de Legislación Medio Ambiental Secundaria).

Se ha comprobado que por efecto de la descarga de los efluentes, producto de las diferentes actividades económicas, productivas y domiciliarias se ha alterado la calidad ambiental de las aguas del río Pumacunchi.

Para dar conocimiento a cómo se encuentra estructurada la presente investigación se establecen III capítulos metodológicamente los mismos que se están constituidos de la siguiente manera.

En el Capítulo I se hace referencia a la sustentación teórica que fortalece la investigación el mismo que está estructurado por categorías fundamentales tales como: Cuenca hidrográfica, ciclo hidrológico, calidad del agua, normativa vigente, mapa georreferenciado, marco legal.

En el Capítulo II se establecen las metodologías a utilizar las mismas que servirán de apoyo para la orientación metodológica, sistemática, coherente y lógica que llevó a la investigación a encontrar el camino, las herramientas y la dirección metodológica propicia para desarrollar la propuesta, además se indican las expresiones cualitativas y cuantitativas de los resultados para su respectivo análisis.

En el Capítulo III se interpreta los resultados mediante tablas comparativas con la normativa vigente, los resultados. Con ello se pudo concluir el estado actual del río Pumacunchi en el tramo que atraviesa la parroquia Eloy Alfaro del cantón Latacunga.

II. OBJETIVOS

GENERAL

“Diseñar un mapa georreferenciado para la ubicación de los efluentes y la caracterización del agua del río Pumacunchi, en el tramo que atraviesa la Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, período 2013”.

ESPECÍFICOS

- Caracterizar el agua para uso de riego; parámetros: físicos y químicos, en cuatro puntos del Río Pumacunchi, y uno en la unión con el río Cutuchi, mediante un análisis de laboratorio.

- Analizar e interpretar los resultados de laboratorio, mediante la comparación con los parámetros establecidos en la normativa ambiental vigente.

- Identificar los efluentes que se descargan al Río Pumacunchi en el tramo que atraviesa la parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, para el diseño de un mapa georreferenciado.

CAPITULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Marco Teórico

1.1.1. Cuenca Hidrográfica

1.1.1.1. Definición

Según Guillermo Cano y Joaquín López (2010), manifiesta:

La cuenca hidrográfica está constituida por el territorio que delimita el curso de un río y el espacio donde se colecta el agua que converge hacia un mismo cauce, es por decirlo de una manera más clara es toda aquella superficie que cuando llueve el agua cae a un cauce o a una cuenca como la de la mano; esa área o vaso de captación es una cuenca o es el área drenada por un río. (p.1)

Según la FAO (2010) manifiesta:

Una cuenca hidrográfica es la zona geográfica en donde los escurrimientos de agua confluyen hacia un mismo punto en una corriente. Debido a esta característica, las cuencas hidrográficas son unidades naturales para el manejo de los recursos naturales y en particular del agua. (p.15)

Según Consejo de recursos hídricos de cuenca Chira-Piura (2010) manifiesta:

Se entiende por cuenca hidrográfica, hoya hidrográfica, cuenca de drenaje o cuenca imbrífera el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. (p.11)

1.1.1.2.Delimitación Una Cuenca Hidrográfica.

Según World Visión (2011) explica:

La cuenca hidrográfica se puede delimitar físicamente, por medio de una carta topográfica, un plano altimétrico o un mapa topográfico, que tenga suficiente detalle de las alturas del terreno.

Entre las escalas más comunes se tienen, 1/25,000 y 1/50,000, aunque para fines de diseño e intervención, las escalas más recomendables pueden ser 1/10,000 o 1/5,000; el tamaño y complejidad del relieve de la cuenca indicarán que hay que tomar en cuenta “cuál es la escala más apropiada”.

Por ejemplo, terrenos planos requieren más detalle de las curvas de nivel y la escala será mayor; por el contrario terreno muy accidentados y de variadas pendientes, requerirán menor detalle de curvas a nivel y la escala podría ser menor

1.1.1.3.Perímetro De La Cuenca (km)

Según Ibáñez Asencio (2011):

Es la longitud del límite exterior de la cuenca y depende de la superficie y la forma de la cuenca.

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea de divorcio de la hoya es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula.

1.1.1.4. Altura Máxima Y Altura Mínima

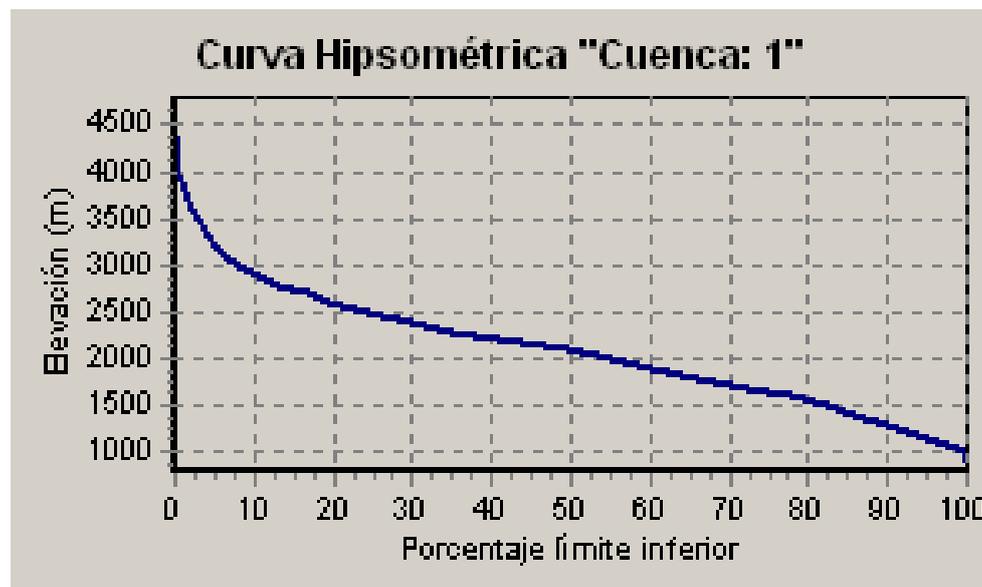
Según Tutoriales al día-Ingeniería Civil (2013) manifiesta.

La altura máxima y la altura mínima, es la cota más alta a la más baja, ejemplo cuyas lecturas son 660 m. y 520 m. La diferencia total de elevación del cauce principal (cota máxima – cota mínima), dividida por su longitud total y se obtiene la pendiente media del cauce. (p.2).

1.1.1.5. Curva Hipsométrica

Puesta en coordenadas representa la relación entre la cota y la superficie de la cuenca que se encuentra por encima de esta cota. El relieve de una cuenca se representa correctamente con un plano con curvas de nivel, sin embargo, estas curvas de nivel son muy complejas, por medio de la curva hipsométrica se sintetiza esta información, lo que la hace más adecuada para trabajar.

FIGURA N° 1: EJEMPLO DE CURVA HIPSOMÉTRICA



Fuente: (Centro de Recursos Idrisi , 2010)

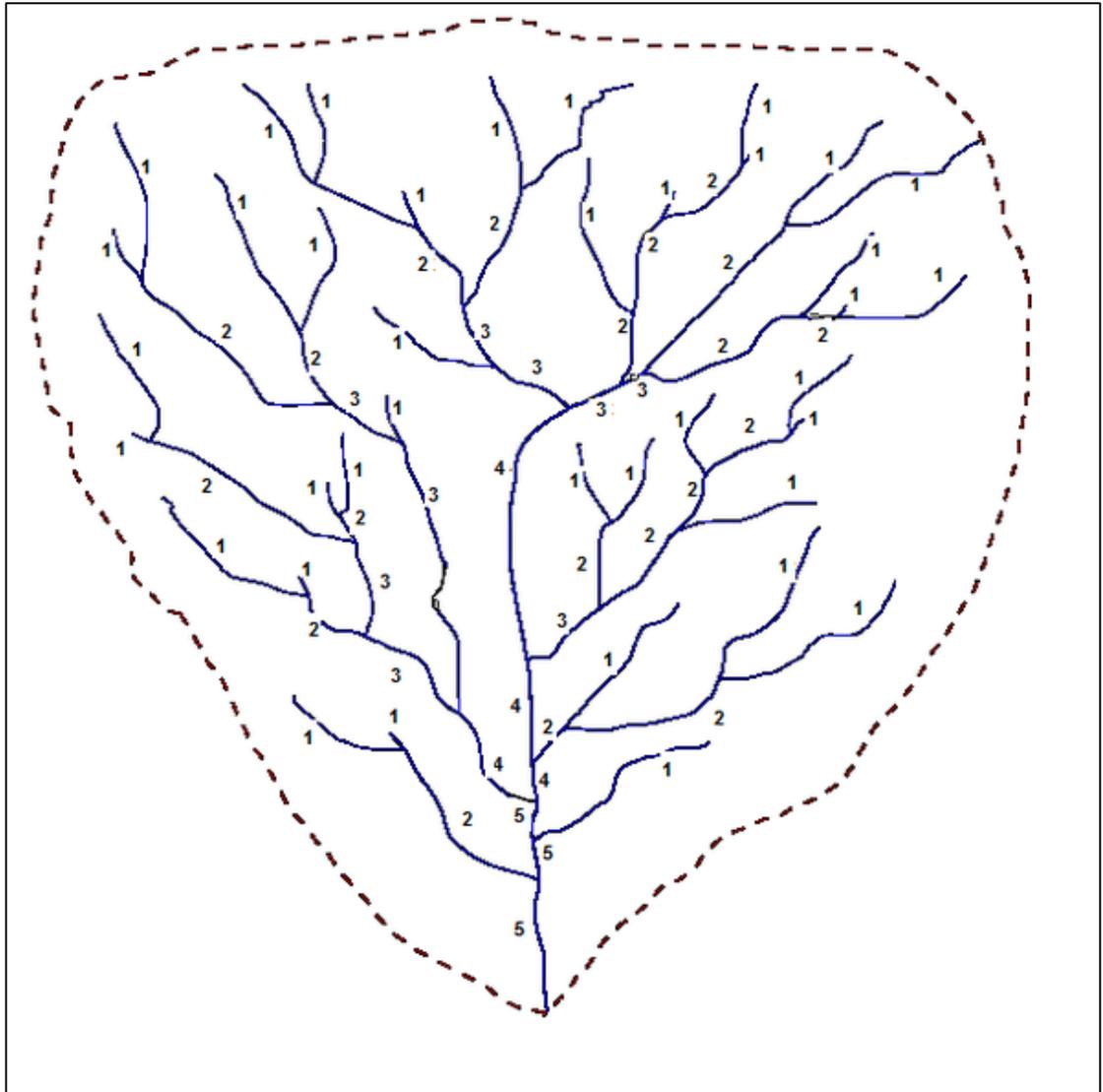
1.1.1.6.Red De Drenaje

Es el conjunto de cursos de agua que van a conducir las aguas precipitadas sobre una determinada cuenca hidrográfica hacia el punto más bajo de la misma, también llamado punto de control. Los parámetros que definen una red de drenaje son los siguientes:

- Cantidad de cursos de agua:** Es el número de las aguas corrientes que discurren por un cauce fijo
- Longitud total de los cursos de agua (L_t):** es la suma de la distancia total recorrida por los diferentes cursos de agua que forman parte de la red hidrográfica de la cuenca. La distancia recorrida por un curso de agua se mide desde su origen hasta su desembocadura en el cuerpo receptor.
- Orden el río principal de la cuenca y grado de ramificación:** Se determina el grado de ramificación de un curso de agua se considera el número de bifurcaciones que tienen sus tributarios, asignándole, un orden a cada uno de ellos en forma creciente desde el inicio de la divisoria hasta llegar al curso principal de manera que el orden atribuido a este indique en forma directa el

grado de ramificación de la red de drenaje. El río de primer orden es un tributario pequeño, sin ramificaciones. Un río de segundo orden es el que solo posee ramificaciones de primer orden. Un río de tercer orden es el que presenta ramificaciones de primer y segundo orden, y así sucesivamente.

FIGURA N° 2: EJEMPLO DE RED DE DRENAJE



Fuente: (Wikipedia, 2013)

1.1.1.7.Densidad de Drenaje (Dd)

Según Strahler, A. "Geografía Física". Ed. Omega. Barcelona, España. 1986

La densidad de drenaje se obtiene a partir del cociente entre la longitud de los cauces que conforman el sistema fluvial de la cuenca, expresados en Kilómetros y el área total de la unidad hidro espacial expresada en Kilómetros² (p.4)

1.1.1.8.Río

Según ECHARRI LUIS autor del Libro electrónico ciencias de la tierra y del medio ambiente (1998) manifiesta:

Los ríos son ecosistemas bien adaptados para el tratamiento de residuos: "alcantarillas gratuitas", porque tienen gran poder de regeneración de las aguas, pero han sido muy alterados por el hombre, a veces hasta destruir la vida casi totalmente en muchos tramos de ellos. Es muy difícil hallar un río auténticamente natural. (p.3)

1.1.1.8.1. Tipos de ríos.

a) Clasificación según período de actividad

Según la: National Geographic Home , (2010).

- **Perennes:** Estos ríos están formados por cursos de agua localizados en regiones de lluvias abundantes, con escasas fluctuaciones a lo largo del año. Sin embargo, incluso en las áreas donde llueve muy poco pueden existir ríos con caudal permanente si existe una alimentación freática (es decir, de aguas subterráneas) suficiente. La mayoría de los ríos pueden experimentar cambios estacionales y diarios en su caudal, debido a las fluctuaciones de las características de la cobertura vegetal, de las precipitaciones y de otras

variaciones del tiempo atmosférico como la nubosidad, insolación, evaporación o más bien, evapotranspiración, etc.

- **Estacionales:** Estos ríos y ramblas son de zonas con clima tipo mediterráneo, en donde hay estaciones muy diferenciadas, con inviernos húmedos y veranos secos o viceversa. Suelen darse más en zonas de montaña que en las zonas de llanura.
- **Transitorios:** Son los ríos de zonas con clima desértico o seco, de caudal que a veces, en los cuales se puede estar sin precipitaciones durante años. Esto es debido a la poca frecuencia de las tormentas en zonas de clima de desierto. Pero cuando existen descargas de tormenta, que muchas veces son torrenciales, los ríos surgen rápidamente y a gran velocidad. Reciben el nombre de wadis o uadis, a los cauces casi siempre secos de las zonas desérticas, que pueden llegar a tener crecidas violentas y muy breves.
- **Alóctonos:** Son ríos, generalmente de zonas áridas, cuyas aguas proceden de otras regiones más lluviosas. El Nilo en Egipto siempre se ha tomado como ejemplo de este tipo de ríos. También el Okavango, otro río africano que termina en un amplio delta interior en una cuenca endorreica de clima relativamente seco.

b) Clasificación Según Geomorfología.

La National Geographic Home , (2010), manifiesta que:

La geometría en planta que adopta la corriente, se pueden clasificar los ríos en tres tipos básicos: rectilíneo, meándrico, y anastomosado (braided en inglés). Los parámetros utilizados para esta clasificación son la sinuosidad (Sinuosidad de un río) y multiplicidad. Esta última depende del número de barras que divide la corriente en varios brazos.

- **Rectilíneo:** Estas corrientes se caracterizan por una sinuosidad baja (menor a 1,5) y multiplicidad 1, es decir, un único canal. Son muy inestables, tendiendo a evolucionar a otros tipos de río. Tienen caudal de alta energía y gran capacidad erosiva.

- **Anastomosado:** Estas corrientes presentan canales múltiples. Tienen gran capacidad de transporte y sedimentación. Tienen menor energía que las corrientes rectilíneas, por lo que, al encontrarse con obstáculos, tienden a modificar su trayectoria adecuándose al relieve y a los sedimentos en el fondo del cauce, siendo la deposición en el fondo de sedimentos de granulometría heterogénea durante la época de aguas bajas, la principal responsable de la división del cauce en los canales anastomosados, es decir, divididos dentro del propio cauce. A medida que se van estabilizando las islas de sedimentos, puede llegar a desarrollarse en ellas una vegetación pionera primera y más estable después, aprovechando la dotación de agua que proporciona el propio río.

- **Meándrico:** Este tipo de río tiene sinuosidad alta (mayor a 1,5) y canal único. Su característica principal es la unidad geométrica llamada meandro, curva completa sobre la canal, compuesta por dos arcos sucesivos. En contraste con los dos tipos anteriores, las corrientes fluviales meandriformes combinan un carácter erosivo (generalmente, en la parte cóncava de la curva o meandro) y sedimentario (en la orilla convexa). Estas diferencias se deben, como es obvio, a la distinta velocidad de las aguas en las dos orillas.

1.1.1.8.2. Longitud del río principal.

El río principal se caracteriza por ser el que tiene mayor caudal de agua, este caudal puede ser medio o máximo o bien con mayor longitud o mayor área de drenaje, Sin

embargo, la mayoría de cuencas de drenaje tienen acentuado un río principal que inicia desde la desembocadura hasta cerca de la divisoria de aguas.

El río principal tiene un curso, que es la distancia desde donde nace hasta su desembocadura.

En el curso de un río se distinguen tres partes:

- Curso superior, ubicado en lo más elevado del relieve, en donde la erosión de las aguas del río es vertical dando como resultado la profundización del cauce.
- Curso medio, en donde el río empieza a zigzaguear, ensanchando el valle.
- Curso inferior, situado en las partes más bajas de la cuenca. Allí, el caudal del río pierde fuerza y los materiales sólidos que lleva se sedimentan, formando los valles.

1.1.1.9. Río en relación el Riego

LESUR, (2006). Manifiesta:

Los ríos y arroyos han sido una fuente importante de agua para regar, porque tienen la ventaja de que benefician, en primer lugar, las tierras que se encuentran a los lados y debajo de su cauce.

Como los ríos suben y bajan su nivel de agua periódicamente, en zonas áridas y semiáridas se canalizan para aprovechar al máximo su caudal de agua.

Cuando hay un río que tiene un nivel de agua casi constante, se puede hacer derivaciones de una manera sencilla y barata inmediatamente aguas arriba, en la parte exterior de un codo.

Sin embargo, a veces, las obras de derivación pueden ser técnica y jurídicamente muy complicadas debido al área por regar y los métodos para llevar el agua.

Los arroyos, aunque lleven menor cantidad de agua que los ríos, pueden ser también una fuente eficiente de agua, siempre y cuando su caudal sea constante.

1.1.1.10. Canales de Riego

BERLIJN, y otros, (2008). Dice que:

Los canales de riego o acequias se emplean para llevar el agua del terreno hacia los campos, compartimientos, tablares o surcos. Las estructuras para el control y medición del agua, así como aquéllas para hacer entrar el agua en el campo mismo, se consideran también parte del sistema.

La construcción de los canales de riego es similar a la de los canales principales. Sin embargo, su tamaño es, naturalmente, más reducido.

La construcción de las acequias es relativamente fácil por lo que estas constituyen el sistema más empleado de distribución del agua en el terreno.

1.1.2. Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico se podría definir como el "proceso que describe la ubicación y el movimiento del agua en nuestro planeta". Es un proceso continuo en el que una partícula de agua evaporada del océano vuelve al océano después de pasar por las etapas de precipitación, escorrentía superficial y/o escorrentía subterránea.

El concepto de ciclo se basa en el permanente movimiento o transferencia de las masas de agua, tanto de un punto del planeta a otro, como entre sus diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido). Este flujo de agua se produce por dos causas principales: la energía Solar y la gravedad.

1.1.2.1. Fases del Ciclo Hidrológico

Según. CAMPOS. Aranda, (2000). pág. 25. Las fases del ciclo hidrológico son:

a) Evaporación

El ciclo se inicia sobre todo en las grandes superficies líquidas (lagos, mares y océanos) donde la radiación solar favorece que continuamente se forme vapor de agua. El vapor de agua, menos denso que el aire, asciende a capas más altas de la atmósfera, donde se enfría y se condensa formando nubes.

b) Precipitación

Cuando por condensación las partículas de agua que forman las nubes alcanzan un tamaño superior a 0,1 mm comienza a formarse gotas, gotas que caen por gravedad dando lugar a las precipitaciones (en forma de lluvia, granizo o nieve).

c) Retención

Pero no toda el agua que precipita llega a alcanzar la superficie del terreno. Una parte del agua de precipitación vuelve a evaporarse en su caída y otra parte es retenida ("agua de intercepción") por la vegetación, edificios, carreteras, etc., y luego se evapora.

Del agua que alcanza la superficie del terreno, una parte queda retenida en charcas, lagos y embalses ("almacenamiento superficial") volviendo una gran parte de nuevo a la atmósfera en forma de vapor.

d) Escorrentía superficial

Otra parte circula sobre la superficie y se concentra en pequeños cursos de agua, que luego se reúnen en arroyos y más tarde desembocan en los ríos ("escorrentía superficial"). Esta agua que circula superficialmente irá a parar a lagos o al mar, donde una parte se evaporará y otra se infiltrará en el terreno.

e) Infiltración

Pero también una parte de la precipitación llega a penetrar la superficie del terreno ("infiltración") a través de los poros y fisuras del suelo o las rocas, rellenando de agua el medio poroso

El agua subterránea puede volver a la atmósfera por evapotranspiración cuando el nivel saturado queda próximo a la superficie del terreno. Otras veces, se produce la descarga de las aguas subterráneas, la cual pasará a engrosar el caudal de los ríos, rezumando directamente en el cauce o a través de manantiales, o descarga directamente en el mar, u otras grandes superficies de agua, cerrándose así el ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico es un proceso continuo pero irregular en el espacio y en el tiempo. Una gota de lluvia puede recorrer todo el ciclo o una parte de él. Cualquier acción del hombre en una parte del ciclo, alterará el ciclo entero para una determinada región. El hombre actúa introduciendo cambios importantes en el ciclo hidrológico de algunas regiones de manera progresiva al desecar zonas pantanosas, modificar el régimen de los ríos, construir embalses, etc.

El ciclo hidrológico no sólo transfiere vapor de agua desde la superficie de la Tierra a la atmósfera sino que colabora a mantener la superficie de la Tierra más fría y la atmósfera más caliente. Además juega un papel de vital importancia: permite dulcificar las temperaturas y precipitaciones de diferentes zonas del planeta, intercambiando calor y humedad entre puntos en ocasiones muy alejados.

Las tasas de renovación del agua, o tiempo de residencia medio, en cada una de las fases del ciclo hidrológico no son iguales. Por ejemplo, el agua de los océanos se renueva lentamente, una vez cada 3.000 años, en cambio el vapor atmosférico lo hace rápidamente, cada 10 días aproximadamente.

1.1.3. Calidad Del Agua

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana.

Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua.

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares.

La UNESCO, (2009), manifiesta que, **el deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico.**

1.1.3.1. El Agua

Según: GHISLAIN, y otros, (2003). “El agua (del latín aqua) es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O)”.

Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

El agua es un elemento común del sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes. Puede ser encontrada, principalmente, en forma de hielo; de hecho, es el material base de los cometas y el vapor que compone sus colas.

1.1.3.2. Tipos de Aguas

El Departamento de sanidad del Estado de Nueva York, (2000). Dice que:

El agua se puede presentar en tres estados siendo una de las pocas sustancias que pueden encontrarse en sus tres estados de forma natural. El agua adopta formas muy distintas sobre la tierra como vapor de agua, conformando nubes en el aire, como agua marina, eventualmente en forma de icebergs en los océanos, en glaciares y ríos en las montañas, y en los acuíferos subterráneos su forma líquida.

El agua puede disolver muchas sustancias, dándoles diferentes sabores y olores. Como consecuencia de su papel imprescindible para la vida, el ser humano entre otros muchos animales, ha desarrollado sentidos capaces de evaluar la potabilidad del agua, que evitan el consumo de agua salada o putrefacta. Los humanos también suelen preferir el consumo de agua fría a la que está tibia, puesto que el agua fría es menos propensa a contener microbios. El sabor perceptible en el agua de deshielo y el agua mineral se derivan de los minerales disueltos en ella, de hecho el agua pura es insípida. Para regular el consumo humano, se calcula la pureza del agua en función de la presencia de toxinas, agentes contaminantes y microorganismos. El agua recibe diversos nombres, según su forma y características.

1.1.3.3. Características Estructurales Del Agua.

Según ROCHA. Héctor, en su publicación Agua y sus propiedades (2000).

El agua es un líquido de excepcionales características físico-químicas y constituye uno de los elementos esenciales para la vida. Es a la vez capaz de participar en las reacciones biológicas y actuar como un medio de soporte para las distintas transferencias de energía y materia en los organismos vivos. (p.5)

a) Dureza Del Agua

Cuando se habla de dureza del agua, el termino dureza se refiere a la característica particular del agua para formar depósitos o incrustaciones en los materiales con los cuales el agua está en contacto.

El termino dureza (hardness en inglés) connota un agua problemática o difícil en su uso y su manejo.

La dureza implica un alto contenido de sales disueltas, principalmente calcio y magnesio, que son los causantes de la formación de depósitos y precipitados que hacen al agua dura o difícil en su uso.

Estos depósitos son sales insolubles de calcio y magnesio, los cuales se forman por reacciones químicas que ocurren cuando el agua se usa o emplea en servicios domésticos o en usos industriales.

TABLA N° 1. CLASIFICACIÓN DE AGUAS POR SU CONTENIDO DE DUREZA

Baja dureza	0-100 ppm
Dureza media	100-180 ppm
Alta dureza	180-350 ppm
Muy alta dureza	350-800 ppm
Dureza excesiva	Mayor de 800 ppm

Fuente: FCQ-UACH (Universidad Autónoma de Chihuahua, 2010)

1.1.3.4. Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma.

TABLA N° 2. TABLA 6. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA AGUAS DE USO AGRÍCOLA

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbonatos totales	Concentración total de carbonatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	visible		Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1

Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coniformes Totales	nmp/100 ml		1000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	cero
Zinc	Zn	mg/l	2,0

Fuente: MAE (2013)

Además de los criterios indicados, la Entidad Ambiental de Control utilizará también las siguientes guías para la interpretación de la calidad del agua para riego y deberá autorizar o no el uso de agua con grado de restricción severo o moderado.

TABLA N° 3. TABLA 7 PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	*GRADO DE RESTRICCIÓN.			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
Salinidad (1): CE (2) SDT (3)	Milimhos/cm mg/l	0,7 450	0,7 450	3,0 2000	>3,0 >2000
Infiltración (4): RAS = 0 – 3 y CE RAS = 3 – 6 y CE RAS = 6 – 12 y CE RAS = 12 – 20 y CE RAS = 20 – 40 y CE		0,7 1,2 1,9 2,9 5,0	0,7 1,2 1,9 2,9 5,0	0,2 0,3 0,5 1,3 2,9	< 0,2 < 0,3 < 0,5 <1,3 <2,9
Toxicidad por ión específico (5): - Sodio: Irrigación superficial RAS (6) Aspersión	meq/l	3,0 3,0	3,0 3,0	9	> 9,0
- Cloruros Irrigación superficial Aspersión	meq/l meq/l	4,0 3,0	4,0 3,0	10	>10,0
- Boro	mg/l	0,7	0,7	3,0	> 3,0
Efectos misceláneos (7): - Nitrógeno (N-NO ₃) - Bicarbonato (HCO ₃)	mg/l meq/l	5,0 1,5	5,0 1,5	30,0 8,5	>30,0 > 8,5
pH	Rango normal	6,5 –8,4			

Fuente: TULMAS

1.1.3.5. Contaminación del Agua

Según: International Cyanide Management Institute (2006).

La contaminación es la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio, causando inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en un medio físico o en un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química, energía (como sonido, calor, o luz), o incluso genes. A veces el contaminante es una sustancia extraña, o una forma de energía, y otras veces una sustancia natural.

Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio, y por lo general, se genera como consecuencia de la actividad humana considerándose una forma de impacto ambiental. La contaminación puede clasificarse según el tipo de fuente de donde proviene, o por la forma de contaminante que emite o medio que contamina. Existen muchos agentes contaminantes entre ellos las sustancias químicas (como plaguicidas, cianuro, herbicidas y otros.), los residuos urbanos, el petróleo, o las radiaciones ionizantes. Todos estos pueden producir enfermedades, daños en los ecosistemas o el medio ambiente.

Además existen muchos contaminantes gaseosos que juegan un papel importante en diferentes fenómenos atmosféricos, como la generación de lluvia ácida, el debilitamiento de la capa de ozono, el calentamiento global y en general, en el cambio climático. Hay muchas formas de combatir la contaminación, y legislaciones internacionales que regulan las emisiones contaminantes de los países que adhieren estas políticas. La contaminación esta generalmente ligada al desarrollo económico y social.

Actualmente muchas organizaciones internacionales como la ONU ubican al desarrollo sostenible como una de las formas de proteger al medio ambiente para las actuales y futuras generaciones.

1.1.3.6.Principales Contaminantes de los Ríos

SANCHÓN, (2008). Dice que hay un gran número de contaminantes de los ríos que se pueden clasificar en los siguientes ocho grupos:

- a) **Microorganismos patógenos.** Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños. 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. La OMS recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua.

- b) **Desechos orgánicos.** Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen 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 ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, OD, en agua, o la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno).

- c) **Sustancias químicas inorgánicas.** En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

- d) **Nutrientes vegetales inorgánicos.** Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable

- e) **Compuestos orgánicos.** Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

- f) **Sedimentos y materiales suspendidos.** Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, rías y puertos.

- g) **Sustancias radiactivas.** Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

- h) **Contaminación térmica.** El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos.

1.1.3.7. Parámetros Físicos Químicos del Agua

1.1.3.7.1. Parámetros físicos.

TABLA N° 4. PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA

Parámetros Físicos	Características
Color	<p>El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen.</p> <p>Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores pero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación</p>
Olor y sabor	<p>Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.</p>
Temperatura	<p>El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C.</p> <p>Las centrales nucleares, térmicas y otras industrias contribuyen a la contaminación térmica de las aguas, a veces de forma importante.</p>

Materiales en suspensión	Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas)
Radiactividad	Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isótopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos.
Espumas	Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder auto depurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.
Conductividad	El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20°C.

Fuente: ECHARRI. (2007)

1.1.3.7.2. Alteraciones químicas del agua.

TABLA N° 5. ALTERACIONES QUÍMICAS DEL AGUA

Alteraciones Químicas	Contaminación que indica
pH	<p>Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO₂ disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO₂ formando un sistema tampón carbonato/bicarbonato.</p> <p>Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc.</p>
Oxígeno disuelto OD1	<p>Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.</p>
Materia orgánica biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	<p>DBO₅ es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando cual está siendo la eficacia del tratamiento depurador en una planta.</p>
Materiales	<p>Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los</p>

<p>oxidables:</p> <p>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</p>	<p>materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (Normalmente dicromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales.</p>
<p>Nitrógeno total</p>	<p>Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización. El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. En los análisis habituales se suele determinar el NTK (nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal. El contenido en nitratos y nitritos se da por separado.</p>
<p>Fósforo total</p>	<p>El fósforo, como el nitrógenos, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización.</p> <p>El fósforo total incluye distintos compuestos como diversos ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en ortofosfatos que son los que se determinan por análisis químico.</p>
<p>Aniones:</p> <p>cloruros</p> <p>nitratos</p> <p>nitritos</p>	<p>indican salinidad</p> <p>indican contaminación agrícola</p> <p>indican actividad bacteriológica</p> <p>indican detergentes y fertilizantes</p>

fosfatos sulfuros cianuros fluoruros	Indican acción bacteriológica anaerobia (aguas negras, etc.) indican contaminación de origen industrial En algunos casos se añaden al agua para la prevención de las caries, aunque es una práctica muy discutida.
Cationes: sodio calcio y magnesio amonio metales pesados	indica salinidad están relacionados con la dureza del agua contaminación con fertilizantes y heces de efectos muy nocivos; se bioacumulan en la cadena trófica; (se estudian con detalle en el capítulo correspondiente)
Compuestos Orgánicos	Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos. Los fenoles pueden estar en el agua como resultado de contaminación industrial y cuando reaccionan con el cloro que se añade como desinfectante forman clorofenoles que son un serio problema porque dan al agua muy mal olor y sabor. La contaminación con pesticidas, petróleo y otros hidrocarburos se estudia con detalle en los capítulos correspondientes.

Fuente: ECHARRI. (2007)

1.1.3.8. Fuentes de Contaminación

Según. GARCÍA. Irbau. Enfermería Comunitaria I. Salud Pública. Masón 2002 las fuentes contaminantes son de dos tipos.

a) Fuentes naturales

Dependiendo de los terrenos que atraviesa el agua puede contener componentes de origen natural procedentes del contacto con la atmósfera y el suelo (Ej. Sales minerales, calcio, magnesio, hierro etc.). Aunque pueden ser nocivos para la salud, en general son sustancias que se pueden identificar fácilmente y eliminar.

b) Fuentes artificiales o antrópicas.

Producidas como consecuencia de las actividades humanas. El desarrollo industrial ha provocado la presencia de ciertos componentes que son peligrosos para el medio ambiente y para los organismos y difíciles de eliminar

1.1.3.9. Análisis Físico Químico del Agua

El Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Birmingham, (2002). Manifiesta que:

La apariencia (el aspecto físico) del agua puede engañarnos totalmente con respecto a su calidad. Por ejemplo, si bebemos agua destilada a la que se ha añadido cantidades convenientes de sal de cocina, cianuro de sodio y Shigella, una bacteria causante de diarrea, generalmente acompañada por fiebre, no sentiremos los efectos de la bacteria porque, como el cianuro de sodio es venenoso, habremos muerto antes. Sin embargo, el agua seguirá cristalina como si estuviera destilada; es decir, conservará un buen aspecto.

Para saber si el agua es o no peligrosa para la salud, se debe determinar sus características, que se obtienen mediante análisis de laboratorio físico-químico, microbiológico, de compuestos orgánicos y metales.

1.1.3.9.1. Análisis Físicos

El Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Birmingham, (2002).
Manifiesta que:

Estos exámenes dan a conocer el olor, el sabor, la apariencia y aceptabilidad del agua de una manera general. Las determinaciones físicas más comunes son las siguientes:

a) Turbidez

La turbidez de una muestra de agua es la medida de la interferencia que presentan las partículas en suspensión al paso de la luz. Se debe a la arcilla, al lodo, a las partículas orgánicas, a los organismos microscópicos y a cuerpos similares que se encuentran suspendidos en el agua. La turbidez nos da una noción de la apariencia del agua y sirve para tener una idea acerca de la eficiencia de su tratamiento.

b) Color.

El color del agua se debe a la presencia de sustancias orgánicas disueltas o coloidales, sustancias inorgánicas disueltas, así como cuerpos vivos presentes, tales como algas. Cuando hay turbidez, el agua presenta un color evidente y para obtener el color verdadero se recurre a algún mecanismo técnico. El color constituye una característica de orden estético y su acentuada concentración puede causar cierto rechazo.

a) Olor y sabor.

Por lo general, la determinación que se realiza es la del olor (el olfato humano es más sensible que el paladar), debido a que el sabor depende de este.

En el agua, todas las sustancias inorgánicas pueden producir olor y sabor, según la concentración en que se encuentren. Los seres vivos, como las algas, el plancton, etcétera, también pueden producir olor y sabor. Debe recordarse que el cloro, además de ser desinfectante, puede quitar el olor, el sabor, e impedir la proliferación de algas (que producen olor, sabor y color); eliminar el hierro y el manganeso coagular las materias orgánicas. Sin embargo, cuando el cloro está presente en exceso, puede producir olor y sabor en el agua (principalmente cuando esta tiene fenol). Observación: cuando el agua posee compuestos de fenol y se desinfecta con cloro, adquiere un sabor a remedio.

1.1.3.9.2. Análisis Químicos

Los análisis químicos constituyen uno de los principales requisitos para caracterizar el agua. Las Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (1995) señalan que los problemas relacionados con las sustancias químicas presentes en el agua de bebida se deben sobre todo a que ellas pueden afectar la salud después de una exposición prolongada. Entre los contaminantes químicos, los que generan especial inquietud son los que tienen propiedades tóxicas acumulativas, como los metales pesados y las sustancias carcinógenas.

Según la OMS, (1995). “Por otro lado, el empleo de desinfectantes químicos para tratar el agua produce, por lo general, la formación de productos químicos secundarios, algunos de los cuales son potencialmente peligrosos”. p. 3

Entre las sustancias químicas de importancia para la salud que pueden afectar el agua potable, destacan el cadmio, el cianuro, el cobre, el mercurio y el plomo.

El cadmio se utiliza en la industria siderúrgica y en los plásticos, y sus compuestos se aprovechan en las pilas o baterías. Además, las aguas residuales lo liberan en el medio ambiente, tal como los fertilizantes y la contaminación local del aire. El agua de bebida puede contaminarse de cadmio debido a impurezas del zinc que contienen las tuberías galvanizadas y las soldaduras, así como algunos accesorios de metal. Está clasificado como un carcinógeno probable para los seres humanos (OMS, 1995, p. 46). Como se observa en la tabla 1, el valor guía recomendado por la OMS para la presencia de cadmio en el agua de consumo humano es 0,003 miligramos por litro.

Como señalan las guías de la OMS (1995, pp. 46-47), los cianuros tienen una toxicidad aguda elevada. Pueden hallarse en ciertos alimentos, ocasionalmente, afectan al agua de bebida por contaminación industrial. En algunas comunidades se han observado efectos en la tiroides y en el sistema nervioso como resultado del consumo prolongado de mandioca insuficientemente elaborada, que contiene altas dosis de cianuro. Como se señala en la tabla 1, el valor guía recomendado por la OMS para la presencia de cianuro en el agua de consumo humano es 0,07 miligramos por litro.

Según la misma fuente (OMS, 1995, pp. 47-48), las concentraciones de cobre en el agua de bebida suelen ser bajas, pero el hecho de que existan tuberías de este metal puede incrementarlas de manera considerable. Aunque la ingesta de cobre es necesaria para el organismo humano, en algunas personas, cuando la concentración del compuesto supera los tres miligramos por litro, se produce una irritación gástrica aguda y en adultos que padecen degeneración hepatolenticular, la regulación del cobre es defectuosa, por lo cual la ingestión prolongada puede provocar cirrosis. Finalmente, existe cierta inquietud por el hecho de que en los lactantes, el metabolismo del cobre no está bien desarrollado y, desde 1984, se ha discutido la posibilidad de que el cobre presente en el agua de bebida genere la aparición de cirrosis hepática durante la primera infancia en lactantes alimentados

con biberón. Como se observa en la tabla 1, el valor guía recomendado por la OMS para la presencia de cobre en el agua de consumo humano es 2 miligramos por litro.

El mercurio se encuentra en forma inorgánica en las aguas superficiales y subterráneas. Este metal afecta sobre todo al riñón, mientras que el metilmercurio opera principalmente sobre el sistema nervioso central (OMS, 1995, p. 52). Como se observa en la tabla 1, el valor guía recomendado por la OMS para la presencia de mercurio en el agua de consumo humano es 0,001 miligramos por litro.

El plomo presente en el agua de consumo humano procede, en parte, de fuentes naturales por disolución, pero sobre todo de los sistemas de plomería doméstica. Se trata de un tóxico general que se acumula en el esqueleto. Sus efectos negativos para la salud son más perjudiciales en mujeres embarazadas, niños hasta los seis años de edad y lactantes. Es tóxico para el sistema nervioso y existen datos certeros de que concentraciones en la sangre inferiores a 30 microgramos por decilitro afectan al sistema nervioso de los niños. El plomo está clasificado como un posible carcinógeno para los seres humanos (OMS, 1995, pp. 55-56). Como se observa en la tabla 1, el valor guía recomendado por la OMS para la presencia de plomo en el agua de consumo humano es 0,01 miligramos por litro.

Por otro lado, hay sustancias químicas cuya presencia puede producir quejas en los usuarios por diversas razones. Entre ellas, resaltan el cloruro, el cobre, el manganeso y el total de sólidos disueltos. Asimismo, hay que tomar en cuenta la dureza del agua.

Las concentraciones elevadas de cloruro forman un sabor desagradable en el agua y las bebidas, mientras que la presencia del cobre puede dificultar el uso de esta con fines domésticos, al aumentar, por ejemplo, la corrosión de los accesorios de hierro galvanizado y acero, lo que puede ocasionar la aparición de manchas en la ropa lavada y en las instalaciones de plomería.

En cuanto al manganeso, en concentraciones superiores a 0,1 miligramo por litro también mancha las instalaciones de plomería y la ropa lavada, y produce en las bebidas un sabor desagradable. Además, como el hierro, puede producir que se acumulen depósitos en el sistema de distribución. Incluso, en ciertas concentraciones, suele ocasionar la aparición de un revestimiento en las tuberías que puede desprenderse en la forma de un precipitado negro. Por otro lado, ciertos organismos que tienen efectos molestos concentran el manganeso, lo que hace que el agua muestre problemas de sabor, olor y turbidez.

El total de sólidos disueltos puede tener efectos significativos en el sabor del agua de consumo humano. Según las guías de la OMS, se piensa, por lo general, que con concentraciones inferiores a 600 miligramos por litro, el agua tiene un sabor agradable, que se deteriora progresivamente con concentraciones mayores a 1.200 miligramos por litro. Los niveles elevados de sólidos disueltos pueden provocar quejas de los consumidores, ya que pueden causar incrustaciones en las tuberías y los aparatos domésticos. Concentraciones muy bajas, por otro lado, pueden resultar inaceptables debido a su falta de sabor.

La dureza generalmente es causada por el calcio y, en menor grado, por el magnesio, disueltos en ella. Aunque la OMS no propone para la dureza un valor guía basado en criterios sanitarios, el grado de dureza puede influir en la aceptación de esta por los usuarios, debido a sus efectos sobre el sabor y a la aparición de incrustaciones. La aceptación de la dureza puede ser muy variable según las comunidades, en función de las condiciones locales. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza de más de 500 miligramos por litro.

1.1.4 Normativa Ambiental Vigente

1.1.4.1. Constitución Política Del Ecuador

Según la constitución nacional del Ecuador en el Título I capítulo 1.-Son deberes primordiales del Estado 2008 manifiesta.

Art. 3 Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social y el agua para sus habitantes.

Según la constitución nacional del Ecuador del 2008. En el Titulo II, Capítulo 1, Manifiesta.

“**Art. 12.** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.”

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Art. 32.-La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

a) La constitución nacional del ecuador en el título V capitulo cuarto manifiesta.

Art. 263.- Los gobiernos provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley:

“Planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego”.

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que determine la ley:

Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural. “Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley”.

b) La Constitución Nacional Del Ecuador del 2008 en su Título VI capítulo III manifiesta.

Art. 282.- El Estado normará el uso y acceso a la tierra que deberá cumplir la función social y ambiental. Un fondo nacional de tierras, establecido por ley, regulará el acceso equitativo de campesinos y campesinas a la tierra. Se prohíbe el latifundio y la concentración de la tierra, así como el acaparamiento o privatización del agua y sus fuentes.

“El estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.”

c) La Constitución Nacional Del Ecuador del 2008 en su Título VI Capítulo V manifiesta.

Art. 314.-El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley.

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

d) La Constitución Nacional Del Ecuador del 2008 en su Título VII Régimen del buen vivir, capítulo I manifiesta.

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control

Art. 413.-El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

1.1.4.2 Tratados y Convenios Internacionales

a) Convenio de Ramsar –Iràn 1971.

Este Convenio fue suscrito en la ciudad de Ramsar el 2 de febrero de 1971 y entró en vigencia en 1975. Su finalidad es la de proteger los humedales o zonas húmedas del planeta y las especies de aves acuáticas en peligro de extinción. Para el Convenio, “son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen.

Natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en

marea baja no exceda de seis metros.” El 2011 se conmemoró el Día Mundial de los Humedales con el lema “Bosques para agua y humedales” en armonía con la Declaración de las Naciones Unidas como el “Año Internacional de los Bosques”

b) Según La ONU 28 de julio de 2010.

A través de la Resolución 64/292 (2), la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos. Y ha sostenido que: "El derecho humano al agua es indispensable para una vida humana digna".

1.1.4.3 Leyes Orgánicas, Leyes Ordinarias

a) Ley De Aguas.

Según la ley de aguas en el título I disposiciones fundamentales Codificación 16, Registro Oficial 339 de 20 de mayo del 2004 manifiesta:

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

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

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

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

Art. 22.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición. Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua. La denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo.

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

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

b) Ley de Gestión Ambiental.

➤ Ley no. 37. Ro/ 245 de 30 de julio de 1999.

Gestión Ambiental.- Conjunto de políticas, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas, que deben ser ejecutadas por el Estado y la sociedad para garantizar el Desarrollo Sustentable y una óptima calidad de vida.

Considerando:

Que la Constitución Política de la República del Ecuador, reconoce a las personas, el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación; declara de interés público la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país; establece un sistema nacional de áreas naturales protegidas y de esta manera garantiza un desarrollo sustentable;

Que para obtener dichos objetivos es indispensable dictar una normativa jurídica ambiental y una estructura institucional adecuada.

c) De la prevención y control de la contaminación de las aguas.

Según la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Capítulo VI

Art. 16.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas,

acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

1.1.4.4 Normas Regionales, Ordenanzas Distritales

1.1.4.4.1. TULSMA

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) reformó recientemente el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA), vigente desde el 31 de marzo del 2003, debido a que éste presentaba inconsistencias en varias disposiciones relacionadas con las fases de gestión de las sustancias químicas peligrosas, y desechos peligrosos y especiales. Según el MAE, dicho Ministerio tuvo la necesidad de actualizar las mencionadas normas a la realidad social del Ecuador, así como establecer los mecanismos de desconcentración y descentralización, involucrando a todos los actores. Dicha reforma consiste, en realidad, en la incorporación de un nuevo reglamento, mismo que está vigente desde el 1 de febrero de 2012.

La “División Ambiental” de CHIRIBOGA BUSINESS MANAGEMENT S.A. pone a su consideración una síntesis de la reforma al Libro VI del TULSMA.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua libro VI anexo 1.

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos;
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua. El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general. Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma

1.1.4.5 Decretos Ejecutivos, Reglamentos

- a) **Decreto Ejecutivo (30-05-13) Rafael Correa Presidente Constitucional De La República.**

Quito (Pichincha).- Jueves 30 de mayo de 2013, el Jefe de Estado, Rafael Correa, a través del Decreto Ejecutivo estableció nuevas competencias a la Secretaría Nacional del Agua. Este Decreto ya fue publicado en la página oficial de la Presidencia de la República.

El **Artículo 2** dice: Transfíranse a la Secretaría Nacional del Agua todas las competencias, atribuciones, responsabilidades, funciones, delegaciones, representaciones, proyectos y programas que en materia de riego y drenaje ejerce el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.

Exceptuándose las competencias, atribuciones, programas, y proyectos vinculados al uso y aprovechamiento agrícola y productivo del recurso hídrico y su participación en el seguimiento del Plan Nacional de Riego, que ejerce y ejecuta en calidad de ente rector de las políticas nacional agropecuaria, de fomento productivo, desarrollo rural y soberanía alimentaria.

El **Artículo 4** manifiesta: Los bienes inmuebles y muebles, activos, recurso financieros, pasivos, información, proyectos y programas asignados o relacionados con el ejercicio de las competencias transferidas sobre el agua potable, saneamiento, riego y drenaje, que se encuentran a nivel nacional a cargo de los Ministerios de Desarrollo Urbano y Vivienda y de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, respectivamente, pasarán a formar parte del patrimonio institucional de la Secretaría Nacional del Agua.

1.1.4.6 Ordenanzas Municipales, Acuerdos Ministeriales

a) Ordenanza 7 Ordenanza Municipal Para El Servicio De Agua Potable En El Cantón Latacunga.

Art. 33. - El agua potable que suministra el Municipio no podrá ser destinada para riego de campos y huertos, la infracción será sancionada con una multa de USD 8.0024 de acuerdo al reglamento. La reincidencia será sancionada con la multa de USD 16.0025.

b) Ordenanza 47 Para El Manejo Y Control Ambiental De Las Floricultoras En El Cantón Latacunga.

Artículo 8.- Deberán presentar en el Plan de Manejo Ambiental, el manejo de los efluentes líquidos y sólidos generados en la floricultura, debiendo regirse al Reglamento aprobado por la I. Municipalidad de Latacunga.

c) Ordenanza 54 Ordenanza Para La Prevención Y Control De. La Contaminación Por Desechos Industriales, Agroindustriales, De Servicios Y Otros De Carácter Tóxico Y Peligroso Generados Por Fuentes Fijas Del Cantón Latacunga.

Art. 3.- OBJETO.- Esta norma regula los mecanismos para la protección de la calidad ambiental cantonal afectada por los desechos líquidos y emisiones a la atmósfera de carácter no doméstico emitidos por los sujetos de control. Preserva, en particular, los elementos agua, aire, suelo y sus respectivos componentes bióticos y abióticos, en salvaguarda de la salud de la comunidad del cantón.

Dentro de los desechos líquidos se incluyen los lodos residuales de procesos y, en general, los efluentes de fuentes fijas que se descarguen en los canales del alcantarillado público o directamente a los cuerpos receptores naturales, al suelo y subsuelo del cantón.

1.1.4.7 Resoluciones Administrativas, Instrucciones

a) La Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), mediante resolución 478, emitida el 23 de mayo del 2012 en curso, resolvió.

Evitar el cobro de tarifas por la tramitación de los procesos de autorización del uso de aguas, con el fin de mejorar la administración de los recursos hídricos en el país, así como incentivar a los usuarios para que legalicen el uso y aprovechamiento del agua, agilizando los procesos, para la obtención de las debidas autorizaciones.

1.1.5. Georreferenciación

Según el SNI Sistema Nacional de Información (2009) manifiesta: “La georreferenciación es el posicionamiento de un objeto espacial que puede estar representado mediante puntos o líneas.” (p.2)

1.1.5.1 Coordenadas Geográficas

Según Miguel Romero Fernández. Técnico Servicio de Conservación del Patrimonio Histórico Artístico de la Universidad de Sevilla manifiesta:

La elaboración de mapas a partir de imágenes involucra conocer la localización geográfica de los elementos y características de la Tierra, transformar estas localizaciones sobre la Tierra a una posición sobre un mapa plano requiere el uso de una proyección de mapa a una simbolización gráfica de estos elementos.

Un sistema de coordenadas geográficas es un sistema de referencia usado para localizar elementos geográficos de la tierra sobre una superficie plana. Y es preciso dominar conceptos tales como escala, proyección, dátum y transformación de coordenadas. (p. 3).

1.1.5.2 Mapa Georreferenciado Hídrico

Según: World Wild life Fund (WWF), (2009). “Estos mapas pueden unirse con muchos otros conjuntos de datos o aplicarse en simulaciones de computadora, como los modelos hidrológicos que estiman los regímenes de flujos” (p.8).

1.1.5.3 Aplicación Informática

Según BORÉALIS. (2004). Empresa de gestión de impacto social y ambiental manifiesta:

Es una herramienta de importación permite a los clientes importar cantidades de datos grandes y recurrentes de la estación de monitoreo. Los datos son importados en relación con restricciones predefinidas, lo que permite un control de calidad en el primer paso del proceso. (p.19).

1.2. Marco Conceptual

Agua costera. Es el agua adyacente a la tierra firme, cuyas propiedades físicas están directamente influenciadas por las condiciones continentales.

Aguas grises: Aguas grises son aquellas que provienen de los desagües de los aparatos sanitarios de aseo personal, tales como bañeras, duchas, lavabos o bidés, no siendo aptas sanitariamente para el consumo humano, pero cuyas características organolépticas y de limpieza de sólidos en suspensión permiten su distribución por conducciones y mecanismos de pequeño calibre para usos auxiliares como riego, evacuación de inodoros, limpieza de vehículos

Agua marina: Es el agua de los mares y se distingue por su elevada salinidad, también conocida como agua salada.

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Aguas pluviales: Aquellas que provienen de lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y granizo.

Agua dulce: Agua con una salinidad igual o inferior a 0.5 UPS.

Agua salobre: Es aquella que posee una salinidad entre 0.5 y 30 UPS.

Agua salina: Es aquella que posee una salinidad igual o superior a 30 UPS.

Aguas de estuarios: Son las correspondientes a los tramos de ríos que se hallan bajo la influencia de las mareas y que están limitadas en extensión hasta la zona donde la concentración de cloruros es de 250 mg/l o mayor durante los caudales de estiaje.

Agua subterránea: Es toda agua del subsuelo, que se encuentra en la zona de saturación (se sitúa debajo del nivel freático donde todos los espacios abiertos están llenos con agua, con una presión igual o mayor que la atmosférica).

Aguas superficiales: Toda aquella agua que fluye o almacena en la superficie del terreno.

Bioacumulación: Proceso mediante el cual circulan y se van acumulando a lo largo de la cadena trófica una serie de sustancias tóxicas, las cuales pueden alcanzar concentraciones muy elevadas en un determinado nivel.

Bioensayo acuático. Es el ensayo por el cual se usan las respuestas de organismos acuáticos, para detectar o medir la presencia o efectos de una o más sustancias, elementos, compuestos, desechos o factores ambientales solos o en combinación.

Capacidad de asimilación: Propiedad que tiene un cuerpo de agua para recibir y depurar contaminantes sin alterar sus patrones de calidad, referido a los usos para los que se destine.

Caracterización de un agua residual: Proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del agua residual, integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físico, químico, biológico y microbiológico.

Carga promedio: Es el producto de la concentración promedio por el caudal promedio, determinados en el mismo sitio.

Carga máxima permisible: Es el límite de carga que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado.

Carga contaminante: Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.

Contaminación de aguas subterráneas: Cualquier alteración de las propiedades físico, química, biológicas de las aguas subterráneas, que pueda ocasionar el deterioro de la salud, la seguridad y el bienestar de la población, comprometer su uso para fines de consumo humano, agropecuario, industriales, comerciales o recreativos, y/o causar daños a la flora, a la fauna o al ambiente en general.

Cuerpo receptor o cuerpo de agua: Es todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, corriente, zona marina, estuarios, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.

Depuración: Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

Descargar: Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado en forma continua, intermitente o fortuita.

Descarga no puntual: Es aquella en la cual no se puede precisar el punto exacto de vertimiento al cuerpo receptor, tal es el caso de descargas provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares.

Efluente: Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

Metales pesados: Metales de número atómico elevado, como cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo, y zinc, entre otros, que son tóxicos en concentraciones reducidas y tienden a la bioacumulación.

Oxígeno disuelto: Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua, vital para las formas de vida acuática y para la prevención de olores.

Pesticida o plaguicida: Los pesticidas son sustancias usadas para evitar, destruir, repeler o ejercer cualquier otro tipo de control de insectos, roedores, plantas, malezas indeseables u otras formas de vida inconvenientes.

Polución o contaminación del agua: Es la presencia en el agua de contaminante en concentraciones y permanencias superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente capaz de deteriorar la calidad del agua.

Polución térmica: Descargas de agua a mayor o menor temperatura que aquella que se registra en el cuerpo receptor al momento del vertido, provenientes de sistemas industriales o actividades humanas.

Río: Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, embalses naturales o artificiales, lagos, lagunas o al mar.

Toxicidad: Se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a su cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de: causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles.

Toxicidad en agua: Es la propiedad de una sustancia, elemento o compuesto, de causar efecto letal u otro efecto nocivo en 4 días a los organismos utilizados para el bioensayo acuático.

UPS: Unidad práctica de salinidad y representa la cantidad de gramos de sales disueltas en un kilo de agua.

Usuario: Es toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que utilice agua tomada directamente de una fuente natural o red pública.

CAPITULO II

2. DISEÑO METODOLOGICO

2.1. Metodología

2.1.1. Descripción de la Unidad de Estudio

En el presente proyecto se llevó a cabo en la parroquia de Eloy Alfaro cantón Latacunga. Esta parroquia es la segunda parroquia más grande de Cotopaxi. Se encuentra delimitada:

Al Norte: Parroquia Guaytacama, sector del centro de rehabilitación Cotopaxi.

Al Sur: Sector del Niágara.

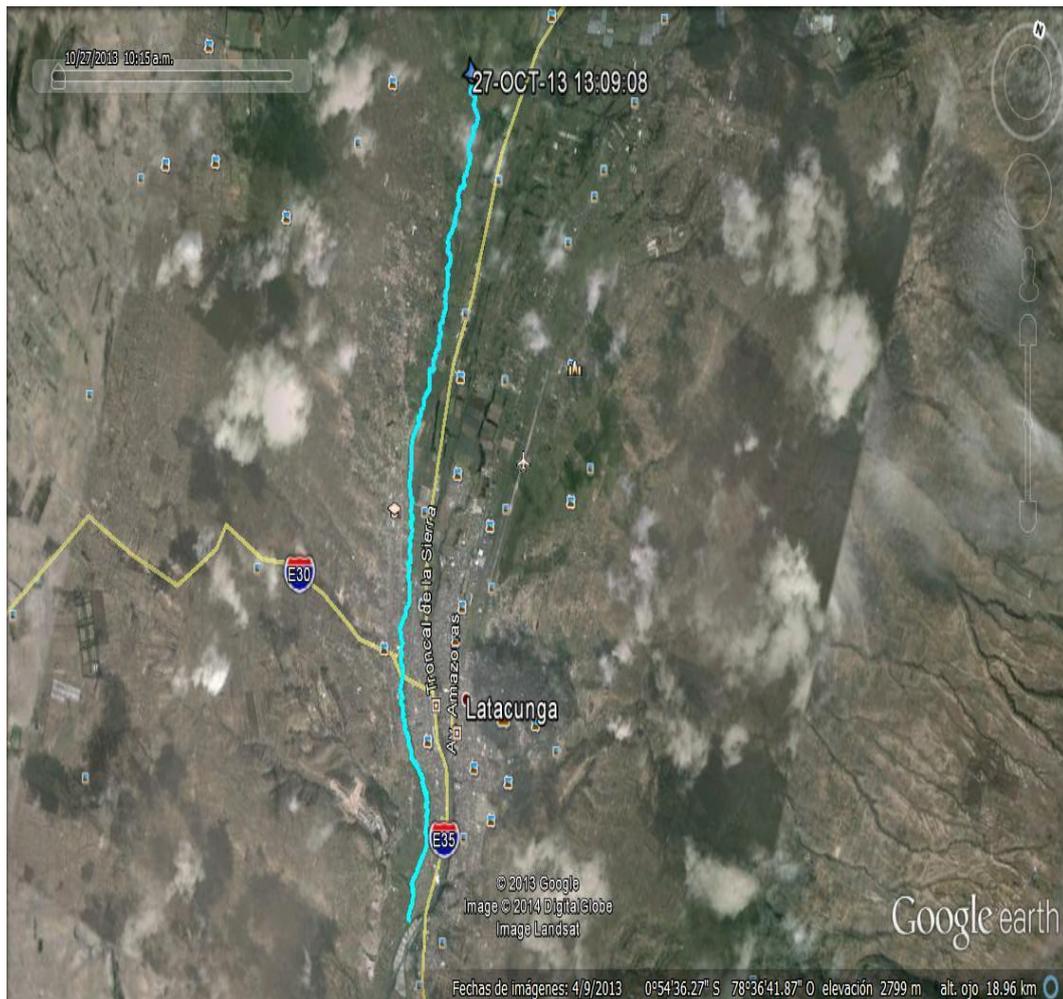
Al Este: San Felipe.

Al Oeste: Barrio Patutan, La Calera.

La Parroquia Eloy Alfaro tiene las siguientes características climatológicas:

- ❖ Atura: 2850 msnm.
- ❖ Clima: Templado y Frío
- ❖ Temperatura: 13°C
- ❖ Precipitación: 500 a 100 mm

IMAGEN N° 1: Mapa Satelital del Tramo del Río Pumacunchi en Google Earth.



FUENTE: El investigador, usando GPX, formato de intercambio GPS es un esquema XML para transferir datos GPS para describir puntos (Waypoints), recorridos (Tracks), y rutas (Routes). Y visualizado en Google Earth.

2.1.2. Tipos de Investigación

Para el desarrollo del trabajo investigativo se utilizó los siguientes tipos de investigación:

2.1.2.1. Investigación descriptiva

Por el nivel de conocimiento la investigación es descriptiva para describir las características de cómo se aplicó las normas TULAS Texto unificado de legislación ambiental, bibliográfica para la fundamentación teórica de la investigación mediante consultas a textos, revistas, documentos, internet, tesis, artículos científicos, etc.

2.1.2.2. Investigación cuantitativa y cualitativa

El presente trabajo se sustenta en la investigación cualitativa, con la cual se llegó a conclusiones generales del tema a partir de hechos particulares y por otro lado, la investigación cuantitativa se determinó con el análisis analítico para determinar la caracterización, los focos y puntos de contaminación del río Pumacunchi es decir porque permitió cuantificar la información para realizar un verdadero diagnóstico del problema sintetizado en tablas comprensibles.

2.1.2.3. Investigación de Campo

Con este tipo de investigación se logró verificar in situ los puntos exactos para la toma de muestras y georreferenciación de los sitios de mayor contaminación por efluentes al río Pumacunchi.

2.1.3. Métodos y Técnicas

2.1.3.1. Métodos

a) Método Inductivo – Deductivo.

El método inductivo se aplicó en los objetivos permanentes de la identificación de efluentes, el desarrollo de software a usarse. El método deductivo fue empleado en perspectivas de los resultados obtenidos para la publicación en el mapa georreferenciado.

b) Método científico

El método científico ayudo averiguar la verdad de proposiciones ya que determino la verdad de la hipótesis planteada en este tema.

c) Método de campo

Este método de la investigación de campo se aplicó in situ para la identificación de los puntos de muestreo y georreferenciación de los sitios que presentan efluentes de mayor contaminación del río Pumacunchi

d) Método de análisis

Este método nos permitió realizar el análisis cuantitativo de los resultados obtenidos de la caracterización del rio Pumacunchi.

e) Método estadístico

La aplicación del método estadístico, permitió manejar de una manera ordenada y secuencial los procedimientos para el manejo de datos cualitativos y cuantitativos que se recogió a lo largo de la investigación.

f) Método informático

Dentro del estudio permitió aplicar un conjunto de métodos, técnicas y procedimientos informáticos que le permitió investigar los fenómenos relacionados al tratamiento sistemático de la información de monitoreo y muestreo de efluentes, la cual está disponible para generar una herramienta programable como respuesta a la situación del problema.

g) Método de diseño

Este método ayudo a la representación de los sitios de mayor contaminación por medio de un mapa georreferenciado publicado en un portal web.

2.1.3.2. Técnicas

a) La Observación

La técnica de observación permitió determinar los puntos de muestreo para la recolección de muestras, basados en la Normativa INEN, NTE INEN 2 176:1998 1998-08 y NTE INEN 2 169:98 1998-11 También se aplicó para la clasificación de efluentes y afluentes y a partir de esto la toma de datos y georreferenciación de los puntos, para la elaboración del mapa. Con este método se identificó los puntos emisores de descargas y por ende en origen de cada uno de estos.

b) Recolección, tabulación e interpretación de datos

En este segmento se realizó la tabulación e interpretación de todos los resultados obtenidos de los instrumentos de recolección de datos; la entrevista, la utilización que determino las condiciones en las cuales se operó. En la tabulación de los resultados se utiliza un cuadro de acumulación de frecuencia, donde se exponen los efectos; en términos absolutos y relativos de cada tema investigado.

2.1.4. Descripción Técnica de la Metodología Aplicada

2.1.4.1. Actividades

Para el desarrollo del siguiente proyecto se aplicó una serie de métodos de una manera sistematizada, de acuerdo a los objetivos planteados en la cual se desarrolla las siguientes de actividades:

- ❖ Reconocimiento de campo, para el levantamiento del diagnóstico del área de estudio
- ❖ Delimitación del tramo del río donde se llevó a cabo la investigación
- ❖ Elaboración del cronograma para el monitoreo del río
- ❖ Identificación de los efluentes en el río Pumacunchi, mediante un trabajo de campo.
- ❖ Recolección de las muestras de agua del río Pumacunchi, utilizando el material y el equipo de protección personal necesarios.
- ❖ Transporte de las muestras al laboratorio de AGRO CALIDAD, ubicado en Tumbaco – Pichincha y el laboratorio de la Facultad de Química de la Universidad Central del Ecuador – Quito.

- ❖ Análisis e interpretación de los resultados de laboratorio de las muestras de agua.
- ❖ Tratamiento de datos en una aplicación informática
- ❖ Elaboración del mapa georreferenciado hídrico
- ❖ Publicación y tabulación de datos en el geo portal
- ❖ Conclusiones y recomendaciones para controlar la calidad del agua con criterio de riego según la Normativa TULMAS.

2.1.4.2. Detalle de Actividades

a) Para ubicar los efluentes que descargan al Río Pumacunchi en el tramo que atraviesa la parroquia Eloy Alfaro se delimito ya que sin tener un dato real de la longitud del río, pero si donde se inicia, en las comunidades de Yanahurco y paramos de la Parroquia Cochapamba del Cantón Saquisilí y pasando por la Comunidad de Chilla Buena Esperanza de la Parroquia Toacazo del Cantón Latacunga luego por las partes bajas del barrio Cuicuno y alrededores de la Parroquia Guaytacama del Cantón Latacunga y finalmente por la Parroquia Eloy Alfaro y donde termina al unirse con el Río Cutuchi a la altura de la ciudadela Victoria Vásquez Cúvi, diagonal al puente cerca al Niagra, se delimito el tramo que pertenece a la parroquia Eloy Alfaro se tomó los últimos 13 Km del río.

b) Para el presente proceso se utilizó equipos como GPS, cámara fotográfica, anemómetro, termómetro de temperatura, hay que destacar que todos los equipos usados están acreditados por la OAE (organismo de acreditación ecuatoriano), y equipo de protección personal como botas ropa adecuada para el trabajo a realizarse y la compañía de un técnico experto en georreferenciación se inició el recorrido donde se pudo apreciar amplios factores que ayudaron al presente estudio, los

aspectos más relevantes está el reconocimiento del río su posición geográfica tipo de flora y fauna existente, se pudo detectar el aumento considerable de efluentes que descargan en el río Pumacunchi.

c) Otros aspectos llamativos, destacados en el reconocimiento de campo, son las distintas acciones antrópicas desfavorables para el medio fluvial, como botaderos de escombros detectadas en algunos puntos de la micro-cuenca, en parte del cauce variación de la morfología natural del cauce y la eliminación de la vegetación de márgenes y riberas. Finalmente se pudo comprobar que existe agricultura como ganadería hasta las orillas del río.

d) Para la ubicación de los efluentes, se procedió a configurar el GPS dado que nuestro trabajo requiere un posicionamiento rápido trabajamos con sistema métrico y coordenadas en sistema UTM WGS84 así se empezó tomar la referencia inicial Inicio en el límite entre la parroquia Guaytacama y Eloy Alfaro (por la ribera izquierda con sentido norte sur) y luego recorrer el río y detallar los efluentes como otras novedades.

IMAGEN N° 2: RECONOCIMIENTO DE CAMPO DEL RÍO PUMACUNCHI



Fuente: Paúl Ortega

Para la caracterización físico y químico, del río Pumacunchi se utilizó materiales como envases esterilizados con sus respectivos etiquetados con todos los datos requeridos por los laboratorios, un cooler con sus respectivos geles refrigerantes para mantener una temperatura de 4°C cámara fotográfica cinta para medir pH anemómetro, termómetro de agua, se tomó las respectivas muestras de cuatro puntos estratégicos para una correcta caracterización de las aguas del rio Pumacunchi los cuatro puntos fueron:

- **Punto uno (P1).** Al inicio en el límite entre las Parroquias de Guaytacama y Eloy Alfaro, en la vía al Cantón Saquisilí. Las características climáticas del momento del muestreo una temperatura de 10°C, cielo totalmente nublado, temperatura del agua de 17°C y pH de 8.

IMAGEN N° 3: INICIO TOMA DE MUESTRAS PUNTO 1



Fuente: Paúl Ortega

- **Punto dos (P2).** Este punto se tomó del sector del mercado mayorista diagonal a la Universidad técnica de Cotopaxi. Las características climáticas fueron temperatura de 11°C, cielo nublado, temperatura del agua de 18°C y un PH de 7.

IMAGEN N° 4: TOMA DE MUESTRA DE AGUA PUNTO 2



Fuente: Paúl Ortega J.

- **Punto tres (P3).** Este punto esta situado por el puente de San Felipe a la altura de la fábrica de aguas San Felipe, las características climáticas de ese

momento fueron temperatura de 11°C, cielo nublado con amenaza de llovizna, temperatura del agua de 18°C y un PH de 7.

IMAGEN N° 5: TOMA DE MUESTRAS PUNTO 3



Fuente: Paúl Ortega J.

- **Punto cuatro (P4).** Este punto está situado en la parte final del Río Pumacunchi por la parte sur de la ciudadela Victoria Vásconez Cúvi, la situación climática del momento del muestreo fue de una ligera llovizna, cielo nublado, temperatura ambiente de 13°C, temperatura del agua de 18°C y un PH de 7.

IMAGEN N° 6: TOMA DE MUESTRAS PUNTO 4



Fuente: Paúl Ortega J.

- **Punto cinco (P5) Adicional.** Este punto se tomó adicionalmente ya en la unión de los dos ríos el Pumacunchi con el Cutuchi para ver la diferencia de resultados de los análisis entre el Pumacunchi y la del Cutuchi, las condiciones climática de ese momento fueron temperatura de 13°C, cielo nublado, temperatura del agua de 19°C y un PH de 7.

IMAGEN N° 7: TOMA DE MUESTRAS PUNTO 5



Fuente: Paúl Ortega J.

e) Transporte y Entrega de las muestras. El transporte de las muestras fueron lo más rápidas, ya que el mismo día fueron entregadas a los respectivos laboratorios, conservando la temperatura indicada. Los análisis de las muestras se realizaron en Agro calidad, laboratorios que cuentan con las normas ISO 17025 (que acreditan laboratorio), y los análisis de Boro, Nitratos y Solidos Disueltos Totales se los realizo en el laboratorio de la Universidad Central.

IMAGEN N° 8: ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO



Fuente: Paúl Ortega J.

CAPITULO III

3. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y MAPA GEORREFERENCIADO

3.1. Análisis e interpretación de resultados

3.1.1. Introducción

Para la presente investigación se realizó un muestreo de agua del río Pumacunchi, a través del monitoreo de 5 puntos preestablecidos, para su posterior análisis físico – químico en el laboratorio de Agro calidad y de la Universidad Central del Ecuador. Esta investigación se basó como referencia en las normas del TULSMA en el LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 7. Que trata de parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego por motivo que de ahí nace el canal de riego Latacunga, Salcedo

3.1.2. Punto Uno (P 1)

3.1.2.1. Análisis

El muestreo del P1, se lo realizo al inicio en el límite entre las Parroquias de Guaytacama y Eloy Alfaro, en la vía al Cantón Saquisilí, con los resultados de laboratorio se procedió a comparar con la normativa vigente.

TABLA N° 6: TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS PUNTO 1

TULSMA LIBRO VI ANEXO I TABLA 7						RESULTADOS		
PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN				RESULTADO DE ANÁLISIS	CUMPLIMIENTO	
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo		SI	NO
SALINIDAD								
Conductividad Eléctrica CE	milimhos/cm	0,7	0,7	3	>3,0	1,208		NO
Sólidos Disueltos Totales SDT	mg/l	450	450	2000	>2000	819		NO
Infiltración								
RAS = 0 – 3 y CE		0,7	0,7	0,2	< 0,2	2,13	SI	
Toxicidad por ión específico (5):								
Sodio:								
Irrigación superficial RAS		3	3	9	> 9,0	2,13	SI	
Aspersión	meq/l	3	3			2,13	SI	
Cloruros								
Irrigación superficial	meq/l	4	4	10	> 10,0	1,56	SI	
Aspersión	meq/l	3	3			1,56	SI	
Boro	mg/l	0,7	0,7	3	> 3,0	2,8		NO
Efectos misceláneos								
Nitrógeno (N-NO3)	mg/l	5	5	30	>30,0	2,4	SI	
Bicarbonato (HCO3)	meq/l	1,5	1,5	8,5	>8,5	11,33		NO
Potencial de hidrógeno pH		Rango normal 6,5 – 8,4				7,59	SI	

Elaborado por: Paul Ortega

3.1.2.2. Interpretación

- **Conductividad Eléctrica CE:** En la muestra tomada en el punto 1, el resultado es de 1,208 ds/m, que es igual a 1,208 milimhos/cm, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Sólidos Disueltos Totales SDT:** En la muestra tomada en el punto 1, el resultado es de 819 mg/l, que en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Infiltración (RAS = 0 – 3 y CE):** En la muestra tomada en el punto 1, el resultado es de 2,13 que en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Toxicidad por ión específico:** Afecta a la sensibilidad de los cultivos.

- **Sodio:** En la muestra tomada en el punto 1, el resultado es de e 2,13 meq/l en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Cloruros:** En la muestra tomada en el punto 1, el resultado es de 1,56 meq/l en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro

VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Boro:** En la muestra tomada en el punto 1, el resultado es de 2,8 mg/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Nitrógeno (N-NO₃):** En la muestra tomada en el punto 1, el resultado es de 2,4 mg/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Bicarbonato (HCO₃):** Los resultados son de 555,50 mgCaCO₃/l que convirtiéndole a meq/l de la siguiente manera dividimos el peso molecular para la valencia el peso es de 40,8 y su valencia de 2

ECUACIÓN N° 1: Conversión de mgCaCO₃/l a meq/l del P1.

$$\frac{40,8mg/l}{2} = 20,4mg/l$$

$$\frac{\frac{1000meq}{l}}{555,50mgCaCO_3} \times \frac{20,4mgCaCO_3}{?}$$

$$? = 11,3322meq/l$$

En la muestra tomada en el punto 1, el resultado es de 11,33 meq/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI, anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Potencial de hidrógeno pH:** En la muestra tomada en el punto 1, el resultado es de 7,59 en la comparación con los límites permisibles del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego con esta normativa.

3.1.3. Punto Dos (P2).

3.1.3.1. Análisis

Este punto se tomó del sector del mercado mayorista diagonal a la Universidad técnica de Cotopaxi

TABLA N° 7: TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS PUNTO 2

TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 TABLA 7						RESULTADOS		
PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN				RESULTADO DE ANÁLISIS	CUMPLIMIENTO	
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo		SI	NO
SALINIDAD								
Conductividad Eléctrica CE	milimhos/cm	0,7	0,7	3	>3,0	1,38		NO
Sólidos Disueltos Totales SDT	mg/l	450	450	2000	>2000	948		NO
Infiltración								
RAS = 0 – 3 y CE		0,7	0,7	0,2	< 0,2	2,17	SI	
Toxicidad por ión específico:								
Sodio:								
Irrigación superficial RAS		3	3	9	> 9,0	2,17	SI	
Aspersión	meq/l	3	3			2,17	SI	
Cloruros								
Irrigación superficial	meq/l	4	4	10	> 10,0	1,83	SI	
Aspersión	meq/l	3	3			1,83	SI	
Boro	mg/l	0,7	0,7	3	> 3,0	3,5		NO
Efectos misceláneos								
Nitrógeno (N-NO3)	mg/l	5	5	30	>30,0	2,2	SI	
Bicarbonato (HCO3)	meq/l	1,5	1,5	8,5	>8,5	13,8		NO
Potencial de hidrógeno pH		Rango normal 6,5 – 8,4				7,8	SI	

Elaborado por: Paul Ortega

3.1.3.2. Interpretación

- **Conductividad Eléctrica CE:** En la muestra tomada en el punto 2, el resultado es de 1,38 ds/m, que es igual a 1,38 milimhos/cm, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Sólidos Disueltos Totales SDT:** En la muestra tomada en el punto 2, el resultado es de 948 mg/l, que en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Infiltración (RAS = 0 – 3 y CE):** En la muestra tomada en el punto 2, el resultado es de 2,17 que en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Toxicidad por ión específico:** Afecta a la sensibilidad de los cultivos.

- **Sodio:** En la muestra tomada en el punto 2, el resultado es de e 2,17 meq/l en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Cloruros:** En la muestra tomada en el punto 2, el resultado es de 1,83 meq/l en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Boro:** En la muestra tomada en el punto 2, el resultado es de 3,5 mg/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Nitrógeno (N-NO₃):** En la muestra tomada en el punto 2, el resultado es de 2,2 mg/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Bicarbonato (HCO₃):** Los resultados son de 676,70 mgCaCO₃/l que convirtiéndole a meq/l de la siguiente manera dividimos el peso molecular para la valencia el peso es de 40,8 y su valencia de 2.

ECUACIÓN N° 2: Conversión de mgCaCO₃/l a meq/l del P2.

$$\frac{40,8mg/l}{2} = 20,4mg/l$$

$$\frac{\frac{1000meq}{l}}{676,70mgCaCO_3/l} \times \frac{20,4mgCaCO_3}{l} = ?$$

$$? = 13,80468meq/l$$

En la muestra tomada en el punto 2, el resultado es de 13,80 meq/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI

anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Potencial de hidrógeno pH:** En la muestra tomada en el punto 2, el resultado es de 7,80 en la comparación con los límites permisibles del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego con esta normativa.

3.1.4. Punto tres (P3)

3.1.4.1. Analisis.

Este punto esta situado por el puente de San Felipe a la altura de la fábrica de aguas San Felipe.

TABLA N° 8: TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS PUNTO 3

TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 TABLA 7						RESULTADOS		
PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN				RESULTADO DE ANÁLISIS	CUMPLIMIENTO	
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo		SI	NO
SALINIDAD								
Conductividad Eléctrica CE	milimhos/cm	0,7	0,7	3	>3,0	1,414		NO
Sólidos Disueltos Totales SDT	mg/l	450	450	2000	>2000	949		NO
Infiltración								
RAS = 0 – 3 y CE		0,7	0,7	0,2	< 0,2	2,21	SI	
Toxicidad por ión específico:								
Sodio:								
Irrigación superficial RAS		3	3	9	> 9,0	2,21	SI	
Aspersión	meq/l	3	3			2,21	SI	
Cloruros								
Irrigación superficial	meq/l	4	4	10	> 10,0	1,94	SI	
Aspersión	meq/l	3	3			1,94	SI	
Boro	mg/l	0,7	0,7	3	> 3,0	3,7		NO
Efectos misceláneos								
Nitrógeno (N-NO3)	mg/l	5	5	30	>30,0	1,3	SI	
Bicarbonato (HCO3)	meq/l	1,5	1,5	8,5	>8,5	13,5		NO
Potencial de hidrógeno pH		Rango normal 6,5 – 8,4				7,68	SI	

Elaborado por: Paul Ortega

3.1.4.2. Interpretación

- **Conductividad Eléctrica CE:** En la muestra tomada en el punto 3, el resultado es de 1,414 ds/m, que es igual a 1,414 milimhos/cm, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Sólidos Disueltos Totales SDT:** En la muestra tomada en el punto 3, el resultado es de 949 mg/l, que en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Infiltración (RAS = 0 – 3 y CE):** En la muestra tomada en el punto 3, el resultado es de 2,21 que en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Toxicidad por ión específico:** Afecta a la sensibilidad de los cultivos.

- **Sodio:** En la muestra tomada en el punto 3, el resultado es de e 2,21 meq/l en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Cloruros:** En la muestra tomada en el punto 3, el resultado es de 1,94 meq/l en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro

VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Boro:** En la muestra tomada en el punto 3, el resultado es de 3,7 mg/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Nitrógeno (N-NO₃):** En la muestra tomada en el punto 3, el resultado es de 1,3 mg/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Bicarbonato (HCO₃):** Los resultados son de 661,55 mgCaCO₃/l que convirtiéndole a meq/l de la siguiente manera dividimos el peso molecular para la valencia el peso es de 40,8 y su valencia de 2

ECUACIÓN N° 3: Conversión de mgCaCO₃/l a meq/l del P3.

$$\frac{40,8mg/l}{2} = 20,4mg/l$$

$$\frac{\frac{1000meq}{l}}{661,55mgCaCO_3/l} \times \frac{20,4mgCaCO_3}{l} = ?$$

$$? = 13,49562meq/l$$

En la muestra tomada en el punto 3, el resultado es de 13,50 meq/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Potencial de hidrógeno pH:** En la muestra tomada en el punto 3, el resultado es de 7,68 en la comparación con los límites permisibles del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego con esta normativa.

3.1.5. Punto Cuatro (P4).

3.1.5.1. Análisis

Este punto está situado en la parte final del Río Pumacunchi por la parte sur de la ciudadela Victoria Vásquez Cúvi.

TABLA N° 9: TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS PUNTO 4

TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 TABLA 7						RESULTADOS		
PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN				RESULTADO DE ANÁLISIS	CUMPLIMIENTO	
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo		SI	NO
SALINIDAD								
Conductividad Eléctrica CE	milimhos/cm	0,7	0,7	3	>3,0	1,449		NO
Sólidos Disueltos Totales SDT	mg/l	450	450	2000	>2000	728		NO
Infiltración								
RAS = 0 – 3 y CE		0,7	0,7	0,2	< 0,2	1,92	SI	
Toxicidad por ión específico:								
Sodio:								
Irrigación superficial RAS		3	3	9	> 9,0	1,92	SI	
Aspersión	meq/l	3	3			1,92	SI	
Cloruros								
Irrigación superficial	meq/l	4	4	10	> 10,0	1,88	SI	
Aspersión	meq/l	3	3			1,88	SI	
Boro	mg/l	0,7	0,7	3	> 3,0	2,4		NO
Efectos misceláneos								
Nitrógeno (N-NO ₃)	mg/l	5	5	30	>30,0	1,4	SI	
Bicarbonato (HCO ₃)	meq/l	1,5	1,5	8,5	>8,5	14,32		NO
Potencial de hidrógeno pH		Rango normal 6,5 – 8,4				7,92	SI	

Elaborado por: Paul Ortega

3.1.5.2. Interpretación

- **Conductividad Eléctrica CE:** En la muestra tomada en el punto 4, el resultado es de 1,449 ds/m, que es igual a 1,449 milimhos/cm, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Sólidos Disueltos Totales SDT:** En la muestra tomada en el punto 4, el resultado es de 728 mg/l, que en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Infiltración (RAS = 0 – 3 y CE):** En la muestra tomada en el punto 4, el resultado es de 1,92 que en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Toxicidad por ión específico:** Afecta a la sensibilidad de los cultivos.

- **Sodio:** En la muestra tomada en el punto 4, el resultado es de e 1,92 meq/l en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Cloruros:** En la muestra tomada en el punto 4, el resultado es de 1,88 meq/l en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro

VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Boro:** En la muestra tomada en el punto 4, el resultado es de 2,4 mg/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Nitrógeno (N-NO₃):** En la muestra tomada en el punto 4, el resultado es de 1,4 mg/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Bicarbonato (HCO₃):** Los resultados son de 701,95 mgCaCO₃/l que convirtiéndole a meq/l de la siguiente manera dividimos el peso molecular para la valencia el peso es de 40,8 y su valencia de 2

ECUACIÓN N° 4: Conversión de mgCaCO₃/l a meq/l del P4.

$$\frac{40,8mg/l}{2} = 20,4mg/l$$

$$\frac{\frac{1000meq}{l}}{701,95mgCaCO_3/l} \times \frac{20,4mgCaCO_3}{l} = ?$$

$$? = 14,31978meq/l$$

En la muestra tomada en el punto 4, el resultado es de 14,32 meq/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Potencial de hidrógeno pH:** En la muestra tomada en el punto 4, el resultado es de 7,92 en la comparación con los límites permisibles del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego con esta normativa.

3.1.6. Punto Cinco (P5).

3.1.6.1. Análisis

Este punto se tomó adicionalmente ya en la unión de los dos ríos el Pumacunchi con el Cutuchi para ver la incidencia que provoca el Pumacunchi en el río Cutuchi.

TABLA N° 10: TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS PUNTO 5

TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 TABLA 7						RESULTADOS		
PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN				RESULTADO DE ANÁLISIS	CUMPLIMIENTO	
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo		SI	NO
SALINIDAD								
Conductividad Eléctrica CE	milimhos/cm	0,7	0,7	3	>3,0	0,802		NO
Sólidos Disueltos Totales SDT	mg/l	450	450	2000	>2000	521		NO
Infiltración								
RAS = 0 – 3 y CE		0,7	0,7	0,2	< 0,2	2,86		NO
Toxicidad por ión específico:								
Sodio:								
Irrigación superficial RAS		3	3	9	> 9,0	2,86	SI	
Aspersión	meq/l	3	3			2,86	SI	
Cloruros								
Irrigación superficial	meq/l	4	4	10	> 10,0	0,81	SI	
Aspersión	meq/l	3	3			0,81	SI	
Boro	mg/l	0,7	0,7	3	> 3,0	1,4		NO
Efectos misceláneos								
Nitrógeno (N-NO3)	mg/l	5	5	30	>30,0	1,7	SI	
Bicarbonato (HCO3)	meq/l	1,5	1,5	8,5	>8,5	7,52		NO
Potencial de hidrógeno pH		Rango normal 6,5 – 8,4				7,46	SI	

Elaborado por: Paul Ortega

3.1.6.2. Interpretación

- **Conductividad Eléctrica CE:** En la muestra tomada en el punto 5, el resultado es de 0,802 ds/m, que es igual a 0,802 milimhos/cm, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Sólidos Disueltos Totales SDT:** En la muestra tomada en el punto 5, el resultado es de 521 mg/l, que en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Infiltración (RAS = 0 – 3 y CE):** En la muestra tomada en el punto 5, el resultado es de 2,86 que en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Toxicidad por ión específico:** Afecta a la sensibilidad de los cultivos.

- **Sodio:** En la muestra tomada en el punto 5, el resultado es de e 2,86 meq/l en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- **Cloruros:** En la muestra tomada en el punto 5, el resultado es de 0,81 meq/l en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro

VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Boro:** En la muestra tomada en el punto 5, el resultado es de 1,4 mg/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Nitrógeno (N-NO₃):** En la muestra tomada en el punto 5, el resultado es de 1,7 mg/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Bicarbonato (HCO₃):** Los resultados son de 368,65 mgCaCO₃/l que convirtiéndole a meq/l de la siguiente manera dividimos el peso molecular para la valencia el peso es de 40,8 y su valencia de 2

ECUACIÓN N° 5: Conversión de mgCaCO₃/l a meq/l del P5.

$$\frac{40,8mg/l}{2} = 20,4mg/l$$

$$\frac{\frac{1000meq}{l}}{368,65mgCaCO_3} \times \frac{20,4mgCaCO_3}{l} = ?$$

$$? = 7,52046meq/l$$

En la muestra tomada en el punto 5, el resultado es de 7,52 meq/l, en la comparación con los límites permisibles de la normativa del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros guía de la calidad del agua para riego. NO Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

➤ **Potencial de hidrógeno pH:** En la muestra tomada en el punto 5, el resultado es de 7,46 en la comparación con los límites permisibles del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 7, que son parámetros { guía de la calidad del agua para riego. SI Cumple con el rango de factibilidad para el uso del agua en riego con esta normativa.

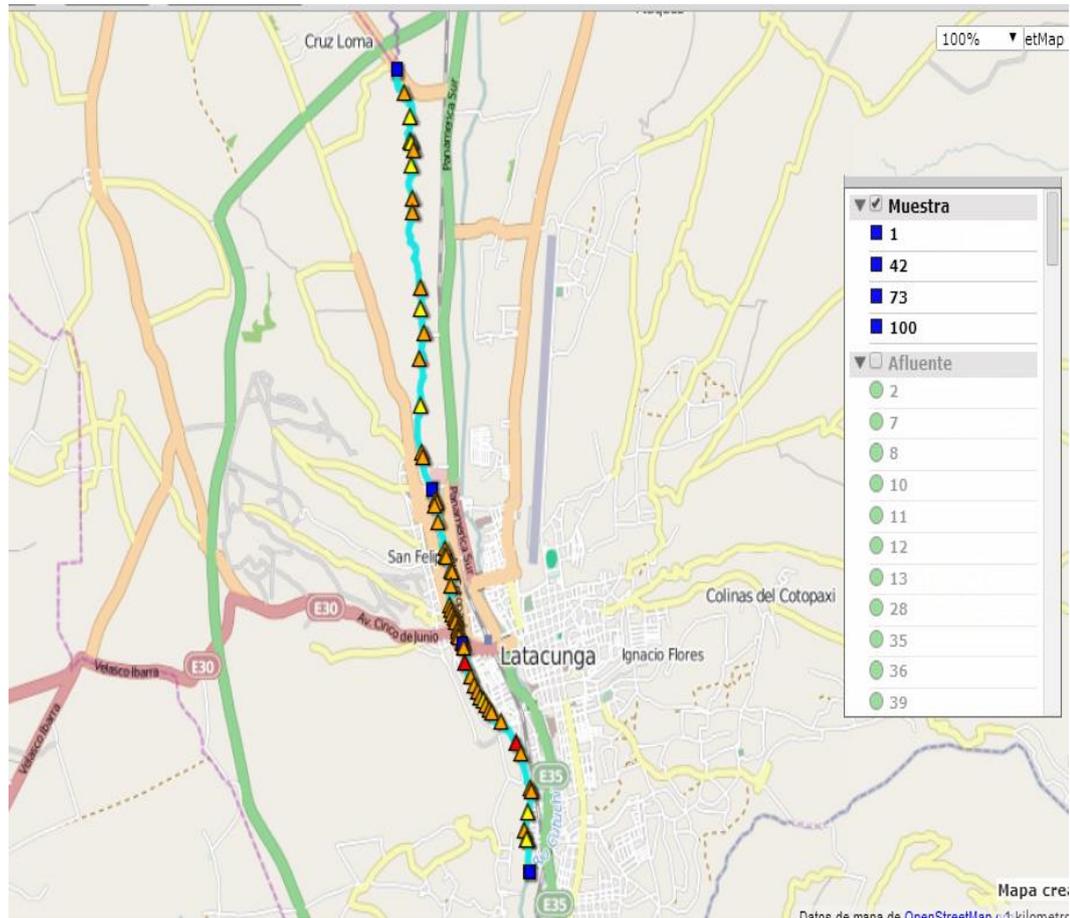
3.2. Mapa Georreferenciado

3.2.1. Elaboración del Mapa Georreferenciado

Se realizó una interfaz gráfica basada en la web (comprende aquellos sitios que facilitan el compartir información), que representa todos los puntos georreferenciado de manera visual sobre un mapa con el trazo del recorrido, y con la simbología para diferenciarlos, además de metadatos como lista de puntos, detallados y categorizados, comentarios de texto con la información técnica de las muestras, la conversión y tratamiento de los datos del GPS tomados en campo se realizó con el software libre Base Camp de Garmin, el producto visual con la entrada de resultados se realizó con el software en línea GPS Visualizer, nos permitió mostrar a través de una página web los datos generados en el sistema de información geo espacial (GIS), la fuente de mapas es de acceso libre y configurable al momento de la visualización, teniendo múltiples opciones de capas como relieve, mapa de camino, satelital, etc.

Cada punto evaluado tiene su enlace hacia las correspondientes imágenes que igual se muestran en una interface web, para tener una mejor apreciación de la información recolectada.

IMAGEN N°9: MAPA GEORREFERENCIADO DEL RÍO PUMACUNCHI



Elaborado por: Paúl Ortega (usando GPX, formato de intercambio GPS es un esquema XML para transferir datos GPS para describir puntos (waypoints), recorridos (tracks), y rutas (routes). y visualizado en google maps.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El Río Pumacunchi es uno de los ríos más contaminados por la falta de gestión, ha sufrido muchos impactos por la actividad antrópica y a partir de las descargas generadas por industrias, descargas domésticas ha provocado una alteración en sus parámetros ocasionando desaparición de poblaciones acuáticas de flora y fauna.

Los parámetros establecidos para uso de riego, en el caso del boro no cumplen con los límites permisibles, se podría definir que es por acción de distintos productos finales hechos a partir de estos minerales tales como fibras de vidrio, productos de aseo, detergentes, fertilizantes y muchos otros. Mientras que el Sodio si cumplen con los límites permisibles y los Bicarbonatos no cumplen con los límites permisibles, su causa se debe a una gran variedad de productos que contienen este compuesto tales como, detergentes, jabones, pasta dental, cremas de afeitar, champú, y otros insumos de aseo, estos llegan a el río por medio de los efluentes domiciliarios.

El diseño del mapa cumple con el objetivo de ubicar los efluentes del río Pumacunchi, a través de la georreferenciación, con imágenes y coordenadas, es necesario elaborar este tipo de herramientas, a fin de manejar los datos obtenidos en campo de manera virtual y sintetizar la información dando una visión tecnológica al manejo de datos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar otros estudios donde se generen mapas georreferenciados ya que esto nos permitirá identificar de mejor manera los puntos contaminantes de otras cuencas hidrográficas y así generar una base virtual para posteriores investigaciones, ya que la elaboración de mapas georreferenciados es una herramienta confiable que nos permite generar fiscalizaciones y a la vez utilizar software libre sin mayor costo.

Se recomienda utilizar todos los pasos que rige la normativa para la recolección de muestras así como el traslado de las mismas y el equipo adecuado al momento de la toma a fin de no generar contaminantes que puedan desechar muestras y por ende generar mayor gasto.

Los datos generados sean socializados a los usuarios del agua del río Pumacunchi, a fin de tomar acciones preventivas y correctivas, para precautelar la salud humana como del medio ambiente.

Se recomienda que este tipo de estudios así como las herramientas generadas en el mismo sean entregados a los entes reguladores, para que tengan acceso tanto las personas naturales como jurídicas con el único fin de implementar proyectos de mitigación que conlleven a la descontaminación de agua de los ríos.

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

BIBLIOGRAFICAS

BIBLIOGRAFÍA

1. BROUWER Cor, BERLIJN Johan, Manual para la educación Agropecuaria Riego y Drenaje, reimpresso 2008, Editorial Trillas, México 2006.
2. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Birmingham, Fundamentos de control de la calidad del agua, primera edición, Grupo Noriega Editores Balderas México 2002.
3. Departamento de sanidad del Estado de Nueva York, Herman E. Hilleboe, Manual de Tratamientos de Aguas, primera edición, Editorial Limusa, S.A. de C.V. México 2002
4. Departamento de sanidad del Estado de Nueva York, Manual de Tratamientos de Aguas Negras, primera edición, Editorial Limusa, S.A. de C.V. México 2000
5. GORDON Maskew, GEYER John, OKUN Daniel, Abastecimiento De Aguas y Remoción De Aguas Residuales, primera edición, Editorial Limusa, S.A. de C.V. México 2004.
6. HENRY, Gary. TITULO Ingeniería Ambiental EDICION Segunda Edición EDITORIAL ASSISTANT PAIS México- México 1999
7. LESUR Luis, Manual del Riego Agrícola, reimpresso en el 2008 Editorial Trillas, México 2006.
8. MARTÍNEZ D. Sergio A, RODRÍGUEZ R Mirian G., Tratamiento de aguas con MATLSB, Primera edición, Reverte Ediciones, S.A. de C.V. México 2005.

9. MENDOZA, Biología I, (Editorial Trillas. Primera edición, enero 2011.) México.
10. SORIANO Rull Albert, Evacuación de aguas residuales en edificios, primera edición, Marcombo ediciones técnicas 2007 Barcelona España

TESIS CONSULTADAS

1. Evaluación De Efluentes Industriales Generados En La Producción De Briquetas Y Vertidos En El Sistema Cogollal De C.V.Gferrominera Orinoco Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José De Sucre Ciudad Guayana, Mayo 2010.
2. Universidad Técnica De Cotopaxi, Unidad Académica De Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales, Especialidad De Ingeniería En Medio Ambiente “Diagnostico De La Calidad Del Agua De La Cuenca Del Río Santiago En El Ecuador Utilizando Las Estaciones De La Red De Monitoreo Hidro-Quimico, Una Del Proyecto Hibam Y Tres Del Inamhi Y Dar Una Propuesta De Mitigación De Fuentes Contaminantes”, Latacunga 2009.

LINKOGRAFÍA

1. World Visión. 2010. Conceptos Básicos de Cuencas Modulo 1 Manual de manejo de cuencas. [En línea] 2010. http://biblioteca.catie.ac.cr/cursocuencas/documentos/Manual_de_Manejo_de_Cuencas_Vision_Mundial_mod.pdf.
2. Ambientum.com . 2013. Ambientum.com . [En línea] 2013. http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/Determinacion_de_cloruro.asp.
3. Cano, Guillermo y Juaquin, Lopez. 2010. Monografias.com. [En línea] 12 de febrero de 2010. <http://www.monografias.com/trabajos96/cuencas-hidrograficas/cuencas-hidrograficas.shtml>.

4. Caracterización morfométrica de las cuenca. González, Bonorino. 2005. 2005, pág. 13.
5. Centro de Recursos Idrisi . 2010. Centro de Recursos Idrisi México. [En línea] 2010. <http://idrissi.uaemex.mx/>.
6. INEN. 2012. Acerca de Nosotros. [En línea] 2012. [Citado el: 25 de 12 de 2013.]
http://www.inen.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=69&Itemid=29.
7. L.Héctor, Rocha. 2000. Agua y sus propiedades . [En línea] 2000. <http://es.scribd.com/doc/138272320/Bioquimica-Rocha-2da-Edic>.
8. METCALF & EDDY, INC. 1995. Ingeniería de aguas residuales. Tercera. s.l. : Mc Graw Hill., 1995.
9. 2011. [miliarium.com](http://www.miliarium.com). [En línea] 2011. <http://www.miliarium.com/ConsultorVirtual/Fichas/CG2003052303.asp>.
10. National Geographic Home . 2010. Ríos National Geographic . [En línea] 2010. <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/aguas-dulces/ríos>.
11. Tutoriales al día-Ingeniería Civil . 2013. Tutoriales al día-Ingeniería Civil . [En línea] 2013. <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/>.
12. Wikipedia. 2013. Cuenca hidrográfica. [En línea] 2013. http://es.wikipedia.org/wiki/Cuenca_hidrogr%C3%A1fica.
13. World Vision. 2011. manejo de cuencas. [En línea] 2011. http://biblioteca.catie.ac.cr/cursocuencas/documentos/Manual_de_Manejo_de_Cuencas_Vision_Mundial_mod.pdf.

ANEXOS

ANEXO N°1. RESULTADOS DE LABORATORIO

 <p>AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO</p>	<p>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</p> <p>INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS No. 06</p> <p>Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845</p>	<p>Hoja 1 de 1</p>
---	--	--------------------

Fecha del informe: 20-Enero-2014

DATOS DEL CLIENTE:

Remitente de la(s) muestra(s):
 Propietario de la(s) muestra(s): Paul Ortega Jiménez
 Número Telefónico:
 Email: solo-paul@hotmail.com
 No. Factura: 14018

Fecha de ingreso de la(s) muestra(s): 15-Enero-2014
 Parroquia: Eloy Alfaro
 Ciudad: Latacunga
 Provincia: Cotopaxi

DATOS DE LA (S) MUESTRA(S):

Descripción: Se entregó al Laboratorio, una muestra de agua para análisis fisicoquímico
 Conservación: En el laboratorio la muestra se mantuvo en refrigeración

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

No. de Lab.	Nombre de la muestra	DETERMINACIÓN		RESULTADO	Requisitos Tulas
		NOMBRE	UNIDAD		Libro VI / Anexo 1/ Tabla 6
A-06	P 1	pH	---	7.59	6-9
		Conductividad eléctrica	ds/m	1.208	---
		Cloruros	meq/l	1.56	---
		Alcalinidad total	mgCaCO ₃ /l	555.50	---
		Carbonatos	mgCaCO ₃ /l	---	---
		Bicarbonatos	mgCaCO ₃ /l	555.50	---
		Sodio	mg/l	35.94	---
		Calcio	mg/l	11.23	---
		Magnesio	mg/l	6.25	---
		SAR (Relación de adsorción de Sodio)	---	2.13	---

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
TULAS/ Libro VI / Anexo 1/ Tabla 7

Problema potencial	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
*Conductividad Eléctrica	milimhos/cm	0,7	0,7	3,0	>3,0
*Cloruros					
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0	10,0	>10,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0		
*Bicarbonato	meq/l	1,5	8,5		> 8,5



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO
LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS
TUMBACO, ECUADOR

Ing. Rusbel Jaramillo Chamba
RESPONSABLE TÉCNICO



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS No. 07

Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco
Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845

Hoja 1 de 1

Fecha del informe: 20-Enero-2014

DATOS DEL CLIENTE:

Remitente de la(s) muestra(s):
Propietario de la(s) muestra(s): Paul Ortega Jiménez
Número Telefónico:
Email: solo-paul@hotmail.com
No. Factura: 14018

Fecha de ingreso de la(s) muestra(s): 15-Enero-2014
Parroquia: Eloy Alfaro
Ciudad: Latacunga
Provincia: Cotopaxi

DATOS DE LA (S) MUESTRA(S):

Descripción: Se entregó al Laboratorio, una muestra de agua para análisis fisicoquímico
Conservación: En el laboratorio la muestra se mantuvo en refrigeración

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

No. de Lab.	Nombre de la muestra	DETERMINACIÓN		RESULTADO	Requisitos Tulas
		NOMBRE	UNIDAD		Libro VI / Anexo 1/ Tabla 6
A-07	P 2	pH	----	7.80	6-9
		Conductividad eléctrica	ds/m	1.380	---
		Cloruros	meq/l	1.83	---
		Alcalinidad total	mgCaCO ₃ /l	676.70	---
		Carbonatos	mgCaCO ₃ /l	---	---
		Bicarbonatos	mgCaCO ₃ /l	676.70	---
		Sodio	mg/l	37.97	---
		Calcio	mg/l	11.12	---
		Magnesio	mg/l	7.37	---
		SAR (Relación de adsorción de Sodio)	---	2.17	---

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

TULAS/ Libro VI / Anexo 1/ Tabla 7

Problema potencial	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
*Conductividad Eléctrica	milimhos/cm	0,7	0,7	3,0	>3,0
*Cloruros					
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0	10,0	>10,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0		
*Bicarbonato	meq/l	1,5	1,5	8,5	> 8,5



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS

Ing. Rusbel Jaramillo Chamba
RESPONSABLE TÉCNICO



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASESURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS No. 08

Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco
Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845

Hoja 1 de 1

Fecha del informe: 20-Enero-2014

DATOS DEL CLIENTE:

Remitente de la(s) muestra(s):
Propietario de la(s) muestra(s): Paul Ortega Jiménez
Número Telefónico:
Email: solo-paul@hotmail.com
No. Factura: 14018

Fecha de ingreso de la(s) muestra(s): 15-Enero-2014
Parroquia: Eloy Alfaro
Ciudad: Latacunga
Provincia: Cotopaxi

DATOS DE LA (S) MUESTRA(S):

Descripción: Se entregó al Laboratorio, una muestra de agua para análisis fisicoquímico
Conservación: En el laboratorio la muestra se mantuvo en refrigeración

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

No. de Lab.	Nombre de la muestra	DETERMINACIÓN		RESULTADO	Requisitos Tulas
		NOMBRE	UNIDAD		Libro VI / Anexo 1/ Tabla 6
					LIMITE PERMISIBLE
A-08	P 3	pH	---	7.68	6-9
		Conductividad eléctrica	ds/m	1.414	---
		Cloruros	meq/l	1.94	---
		Alcalinidad total	mgCaCO ₃ /l	661.55	---
		Carbonatos	mgCaCO ₃ /l	---	---
		Bicarbonatos	mgCaCO ₃ /l	661.55	---
		Sodio	mg/l	38.75	---
		Calcio	mg/l	11.25	---
		Magnesio	mg/l	7.34	---
		SAR (Relación de adsorción de Sodio)	---	2.21	---

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
TULAS/ Libro VI / Anexo 1/ Tabla 7

Problema potencial	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
*Conductividad Eléctrica	milimhos/cm	0,7	0,7	3,0	>3,0
*Cloruros	meq/l	4,0	4,0	10,0	>10,0
Irrigación superficial	meq/l	3,0	3,0		
Aspersión	meq/l	1,5	1,5	8,5	> 8,5
*Bicarbonato	meq/l				



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASESURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS
Ing. Rusbel Jaramillo Cifuentes
RESPONSABLE TÉCNICO



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS No. 09

Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco
Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845

Hoja 1 de 1

Fecha del informe: 20-Enero-2014

DATOS DEL CLIENTE:

Remitente de la(s) muestra(s):
Propietario de la(s) muestra(s): Paul Ortega Jiménez
Número Telefónico:
Email: solo-paul@hotmail.com
No. Factura: 14018

Fecha de ingreso de la(s) muestra(s): 15-Enero-2014
Parroquia: Eloy Alfaro
Ciudad: Latacunga
Provincia: Cotopaxi

DATOS DE LA(S) MUESTRA(S):

Descripción: Se entregó al Laboratorio, una muestra de agua para análisis fisicoquímico
Conservación: En el laboratorio la muestra se mantuvo en refrigeración

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

No. de Lab.	Nombre de la muestra	DETERMINACIÓN		RESULTADO	Requisitos Tulas Libro VI / Anexo 1/ Tabla 6
		NOMBRE	UNIDAD		LIMITE PERMISIBLE
A-09	P 4	pH	---	7.77	6-9
		Conductividad eléctrica	ds/m	1.449	---
		Cloruros	meq/l	1.88	---
		Alcalinidad total	mgCaCO ₃ /l	701.95	---
		Carbonatos	mgCaCO ₃ /l	---	---
		Bicarbonatos	mgCaCO ₃ /l	701.95	---
		Sodio	mg/l	36.98	---
		Calcio	mg/l	14.33	---
		Magnesio	mg/l	8.40	---
		SAR (Relación de adsorción de Sodio)	---	1.92	---

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
TULAS/ Libro VI / Anexo 1/ Tabla 7

Problema potencial	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
*Conductividad Eléctrica	milimhos/cm	0,7	0,7	3,0	>3,0
*Cloruros	meq/l	4,0	4,0	10,0	>10,0
Irrigación superficial	meq/l	3,0	3,0		
Aspersión	meq/l	1,5	1,5	8,5	> 8,5
*Bicarbonato	meq/l				



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS
Ing. Rúsbel Jaramillo Chamba
RESPONSABLE TÉCNICO



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS No. 10

Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco
Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845

Hoja 1 de 1

Fecha del informe: 20-Enero-2014

DATOS DEL CLIENTE:

Remitente de la(s) muestra(s):
Propietario de la(s) muestra(s): Paul Ortega Jiménez
Número Telefónico:
Email: solo-paul@hotmail.com
No. Factura: 14018

Fecha de ingreso de la(s) muestra(s): 15-Enero-2014
Parroquia: Eloy Alfaro
Ciudad: Latacunga
Provincia: Cotopaxi

DATOS DE LA (S) MUESTRA(S):

Descripción: Se entregó al Laboratorio, una muestra de agua para análisis fisicoquímico
Conservación: En el laboratorio la muestra se mantuvo en refrigeración

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

No. de Lab.	Nombre de la muestra	DETERMINACIÓN		RESULTADO	Requisitos Tulas Libro VI / Anexo 1/ Tabla 6
		NOMBRE	UNIDAD		LIMITE PERMISIBLE
A-10	P 5	pH	---	7.46	6-9
		Conductividad eléctrica	ds/m	0.802	---
		Cloruros	meq/l	0.81	---
		Alcalinidad total	mgCaCO ₃ /l	368.65	---
		Carbonatos	mgCaCO ₃ /l	---	---
		Bicarbonatos	mgCaCO ₃ /l	368.65	---
		Sodio	mg/l	34.25	---
		Calcio	mg/l	3.68	---
		Magnesio	mg/l	4.37	---
		SAR (Relación de adsorción de Sodio)	---	2.86	---

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
TULAS/ Libro VI / Anexo 1/ Tabla 7

Problema potencial	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
*Conductividad Eléctrica	milimhos/cm	0,7	0,7	3,0	>3,0
*Cloruros	meq/l	4,0	4,0	10,0	>10,0
Irrigación superficial	meq/l	3,0	3,0	8,5	>8,5
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	8,5	>8,5
*Bicarbonato	meq/l	3,0	3,0	8,5	>8,5



AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS
TUMBACO, ECUADOR

Ing. Rusbet Jaramillo Chamba
RESPONSABLE TÉCNICO



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADO

INF-LAB-QAM-34504
ORDEN DE TRABAJO No 44522

SOLICITADO POR: ORTEGA PAUL
DIRECCIÓN: LATACUNGA
FECHA DE RECEPCIÓN: 15/04/14
HORA DE RECEPCIÓN: 14H02
MUESTRA DE: AGUA DEL RIO PUMACUNCHI
DESCRIPCIÓN: PUNTO 1
FECHA DE ANÁLISIS: DEL 15/04 AL 28/04/14
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: 02/05/14
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS: MUY TURBIA
ESTADO: LÍQUIDO
CONTENIDO: 1 LITRO
MUESTREADO POR: EL CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al personal técnico del OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	819	MAM-30/APHA 2540 C MODIFICADO
BORO	mg/l	2.8	MAM-80/METODO ESPECTROFOTOMETRICO
NITRATOS (N-NO3)	mg/l	2.4	MAM-43/APHA 4500 NO3 B MODIFICADO



LABORATORIO DE ENSAYOS
N° OAE LE 10 04-002

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



Bioq. Alicia Cepa
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

ANEXO: LISTA DE INCERTIDUMBRE

1 1/1

RAM-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADO

INF-LAB-QAM-34505
ORDEN DE TRABAJO No 44522

SOLICITADO POR: ORTEGA PAUL
DIRECCIÓN: LATACUNGA
FECHA DE RECEPCION: 15/04/14
HORA DE RECEPCION: 14H02
MUESTRA DE: AGUA DEL RIO PUMACUNCHI
DESCRIPCION: PUNTO 2
FECHA DE ANALISIS: DEL 15/04 AL 28/04/14
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 02/05/14
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS: MUY TURBIA
ESTADO: LÍQUIDO
CONTENIDO: 1 LITRO
MUESTREADO POR: EL CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al personal técnico del OSP.

INFORME

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	948	MAM-30/APHA 2540 C MODIFICADO
BORO	mg/l	3.5	MAM-80/METODO ESPECTROFOTOMETRICO
NITRATOS (N-NO3)	mg/l	2.2	MAM-43/APHA 4500 NO3 B MODIFICADO



LABORATORIO DE ENSAYOS
N° OAE LE 10 04-002

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



Bioq. Alicia Cepa
ÁREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

ANEXO: LISTA DE INCERTIDUMBRE

2 / 1

RAM-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADO

INF-LAB-QAM-34506
ORDEN DE TRABAJO No 44522

SOLICITADO POR: ORTEGA PAUL
DIRECCIÓN: LATACUNGA
FECHA DE RECEPCIÓN: 15/04/14
HORA DE RECEPCIÓN: 14H02
MUESTRA DE: AGUA DEL RIO PUMACUNCHI
DESCRIPCIÓN: PUNTO 3
FECHA DE ANÁLISIS: DEL 15/04 AL 28/04/14
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: 02/05/14
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS: MUY TURBIA
ESTADO: LÍQUIDO
CONTENIDO: 1 LITRO
MUESTREO POR: EL CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al personal técnico del OSP.

INFORME

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	949	MAM-30/APHA 2540 C MODIFICADO
BORO	mg/l	3.7	MAM-80/METODO ESPECTROFOTOMETRICO
NITRATOS (N-NO3)	mg/l	1.3	MAM-43/APHA 4500 NO3 B MODIFICADO



LABORATORIO DE
ENSAYOS
N° OAE LE 10 04-002

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"

ANEXO: LISTA DE INCERTIDUMBRE



Bloq. Alicia Cepa
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

3 1/1



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

RAM-4.1-04





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADO

INF-LAB-QAM-34507
ORDEN DE TRABAJO No 44522

SOLICITADO POR: ORTEGA PAUL
DIRECCIÓN: LATACUNGA
FECHA DE RECEPCIÓN: 15/04/14
HORA DE RECEPCIÓN: 14H02
MUESTRA DE: AGUA DEL RIO PUMACUNCHI
DESCRIPCIÓN: PUNTO 4
FECHA DE ANÁLISIS: DEL 15/04 AL 28/04/14
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: 02/05/14
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS: MUY TURBIA
ESTADO: LÍQUIDO
CONTENIDO: 1 LITRO
MUESTREO POR: EL CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al personal técnico del OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	728	MAM-30/APHA 2540 C MODIFICADO
BORO	mg/l	2.4	MAM-80/METODO ESPECTROFOTOMETRICO
NITRATOS (N-NO3)	mg/l	1.4	MAM-43/APHA 4500 NO3 B MODIFICADO



LABORATORIO DE
ENSAYOS

N° OAE LE 1C 04-002 "Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



[Signature]
Blaq. Alicia Cepa

JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

ANEXO: LISTA DE INCERTIDUMBRE

RAM-4.1-04

4 1/1



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADO

INF-LAB-QAM-34508
ORDEN DE TRABAJO No 44522

SOLICITADO POR:	ORTEGA PAUL
DIRECCIÓN:	LATACUNGA
FECHA DE RECEPCIÓN:	15/04/14
HORA DE RECEPCIÓN:	14H02
MUESTRA DE:	AGUA DEL RIO PUMACUNCHI
DESCRIPCIÓN:	PUNTO 5
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 15/04 AL 28/04/14
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	02/05/14
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS:	MUY TURBIA
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	1 LITRO
MUESTREO POR:	EL CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al personal técnico del OSP.

INFORME

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/l	521	MAM-30/APHA 2540 C MODIFICADO
BORO	mg/l	1.4	MAM-80/METODO ESPECTROFOTOMETRICO
NITRATOS (N-NO3)	mg/l	1.7	MAM-43/APHA 4500 NO3 B MODIFICADO



LABORATORIO DE ENSAYOS
N° OAE LE 10 04-002

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



[Firma]
Blaq. Alicia Cepa

JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

ANEXO: LISTA DE INCERTIDUMBRE

5 1/1

RAM-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



**ANEXO N° 2. FOTOGRAFIAS DE LA RECOLECCION DE MUESTRAS Y
TRASLADO AL LABORATORIO**







