

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**



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

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA LA  
ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO, EN LA  
HOSTERÍA REVENTADOR, PARROQUIA REVENTADOR,  
CANTÓN GONZALO PIZARRO PROVINCIA DE SUCUMBÍOS,  
PERÍODO 2013-2014”.**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO DE  
MEDIO AMBIENTE**

**POSTULANTE:**

Robert Emeregildo Alvarado Alulema

**DIRECTOR:**

Ing. Isaac Eduardo Cajas Cayo

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2013-2014**

## **AUTORÍA**

Alvarado Alulema Robert Emergildo,

declaro bajo juramento que, el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

La responsabilidad de esta tesis de grado me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

---

Alvarado Alulema Robert Emergildo

C.I. 1500829732

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

Yo, Ing. Eduardo Cajas Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la Presente Tesis de Grado: **“ANÁLISIS DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO, EN LA HOSTERÍA REVENTADOR, PARROQUIA REVENTADOR, CANTÓN GONZALO PIZARRO PROVINCIA DE SUCUMBÍOS, PERÍODO 2013-2014”**.

De autoría de Alvarado Alulema Robert Emergildo de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente. **CERTIFICO:** Que ha sido prolijamente realizada las correcciones emitidas por el tribunal de tesis. Por lo tanto, autorizo la presentación de este empastado; la misma que está de acuerdo a las normas establecidas en el REGLAMENTO INTERNO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, vigente.

-----  
Ing. Isaac Eduardo Cajas Cayo

DIRECTOR DE TESIS



**“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES “UA-CAREN”**

**ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

El tribunal de tesis de trabajo de investigación titulado: **“ANÁLISIS DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO, EN LA HOSTERÍA REVENTADOR, PARROQUIA REVENTADOR, CANTÓN GONZALO PIZARRO PROVINCIA DE SUCUMBÍOS, PERÍODO 2013-2014”**, de responsabilidad del postulante Alvarado Alulema Robert Emergildo ha sido prolijamente revisado, quedando autorizado su presentación.

**TRIBUNAL DE TESIS**

**MSc. Patricio Clavijo**  
Presidente

\_\_\_\_\_

**Ing. José Andrade**  
Miembro

\_\_\_\_\_

**Ing. Oscar Daza**  
Opositor

\_\_\_\_\_

**LATACUNGA-ECUADOR**

**2014**

## AGRADECIMIENTO

*A mis Padres María Luisa Alulema y José Félix Alvarado, con todo mi cariño y mi amor que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón.*

*A mis hermanos y hermana; Manuel, Florencio, Robín y Sandra y a toda mi familia que estuvieron pendientes en todo el proceso de mis estudios, los mismos que me dieron la confianza, el apoyo incondicional, solidario, motivado para guiarme al éxito.*

*A mi abuelita Micaela Lamiña que con palabras de aliento estuvo apoyándome desde el momento que inicie la carrera Universitaria.*

*A la Hostería Reventador por permitirme implementar este proyecto de investigación.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi.*

*A mi Director y Asesor Ing. Eduardo Cajas, y demás docentes quien, con sus conocimientos y experiencia Contribuyeron para el desarrollo de esta tesis.*

*A todos ustedes mi reconocimiento y gratitud.*

***“El cumplimiento de mi anhelado sueño, es gracias a todos ustedes”***

***Alvarado Robert***

## DEDICATORIA

*A mi padre, por haberme transmitido el carácter, la confianza, la firmeza, para ejecutar todas las metas y objetivos planteados.*

*A mi madre que me brindo la fortaleza y energía positiva de luchar por mis sueños, siempre guiando por el buen camino.*

*A mis hermanos con quien quiero compartir esta felicidad de éxito alcanzado.*

*A mi familia y mis amigos/as que con su entusiasmo y cariño me dieron el valor y coraje para caminar.*

*A mis maestros que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.*

**A todos ustedes dedico este producto de mis esfuerzos**

**AlvaradoRobert**

## ÍNDICE GENERAL

### CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
III.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
IV.	JUSTIFICACIÓN.....	6
V.	OBJETIVOS.....	7
	OBJETIVO GENERAL.....	7
	OBJETIVO ESPECIFICO.....	7
	CAPÍTULO I.....	8
	1.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
	1.1.EL AGUA.....	8
	1.2.IMPORTANCIA DEL AGUA.....	9
	1.3.CALIDAD DEL AGUA.....	9
	1.4.CICLO HIDROLÓGICO.....	10
	A.FASES DEL CICLO HIDROLÓGICO.....	11
	a.Transpiración.....	11
	b.Evaporación.....	11
	c.Precipitación.....	11
	d.Retención.....	11
	e.Escorrentía superficial.....	12
	f.Infiltración.....	12
	g.Evapotranspiración.....	12
	h.Escorrentía subterránea.....	13
	1.5. FUENTES DE AGUA EN LA NATURALEZA.....	13
	A.AGUA SUPERFICIAL.....	13
	B.AGUA SUBTERRÁNEA.....	13
	C.Manantial.....	14
	1.6.EL AGUA DE CONSUMO HUMANO.....	14

A. AGUAS APTAS PARA EL CONSUMO .....	14
1.7. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL AGUA. ....	15
1.8. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA. ....	15
A) TURBIDEZ.....	15
B) COLOR.....	15
C) OLORES Y SABOR.....	16
D) TEMPERATURA.....	16
E) SÓLIDOS.....	16
F) CONDUCTIVIDAD.....	17
1.9. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA.....	17
A) ALCALINIDAD.....	17
B) ACIDEZ.....	17
C) DUREZA.....	18
D) GRUPO DEL AZUFRE.....	18
E) CLORUROS.....	18
F) LOS FLUORUROS.....	19
G) HIERRO Y MAGNESIO.....	19
1.10. PRINCIPALES GASES DISUELTOS EN EL AGUA.....	19
A. EL (CO <sub>2</sub> ).....	19
B. OXÍGENO DISUELTO.....	20
1.11. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.....	20
A) ALGAS.....	20
1.12. TÉCNICAS DE MUESTREO PARA EL ANÁLISIS DEL AGUA.....	21
A) LA MUESTRA SIMPLE.....	21
B) LA MUESTRA COMPUESTA.....	22
C) LAS MUESTRAS EN CONTINUO.....	22
D) LAS MUESTRAS INTEGRADAS.....	22
1.13. COMPONENTES DE SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	23
A) CAPTACIÓN.....	23
1.14. CONDUCCIÓN.....	23
A) TIPOS DE CONDUCCIÓN.....	23
1.15. ALMACENAMIENTO.....	24



1.16. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.....	24
1.17. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	25
A) CONTAMINACIÓN PUNTUAL Y DIFUSA.....	26
B) CONTAMINANTES MÁS FRECUENTES DE LAS AGUAS.....	26
A) CONTAMINANTES FÍSICOS.....	26
B) CONTAMINANTES QUÍMICOS.....	26
C) CONTAMINANTES ORGÁNICOS.....	27
D) CONTAMINANTES BIOLÓGICOS.....	27
C) FUENTES DE LA CONTAMINACIÓN ACUÁTICA.....	28
D) CONTAMINACIÓN TÉRMICA.....	28
E) ASPECTOS QUÍMICOS Y BIOQUÍMICOS.....	29
1.18. TRATAMIENTO DEL AGUA.....	29
A) TRATAMIENTO.....	29
B) LA DEPURACIÓN DEL AGUA.....	30
C) MANERAS DE TRATAR EL AGUA CONTAMINADA PARA DEPURARLA.....	31
a. Sedimentador.....	31
b. Retiro de microorganismos peligrosos.....	31
c. Retiro de sólidos disueltos.....	31
d. Técnicas físicas/químicas.....	32
e. Desinfección por cloración:.....	32
D) FILTRADO MEDIANTE EL USO DE CARBÓN ACTIVADO.....	33
a. Filtrado mediante el uso de arenas.....	33
b. Filtrado mediante el uso de filtro pulidor.....	33
E) LUZ ULTRAVIOLETA.....	34
F) OZONIFICACIÓN.....	34
G) PROCESO DE SUAVIZACIÓN.....	35
H) OSMOSIS INVERSA.....	35
1.19. NORMATIVA VIGENTE.....	37
1.19.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR.....	37
1.19.2 LEY DE AGUAS.....	39
1.20. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL.....	42
DESINFECCIÓN.....	44
1.21. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 1108:2011.....	45
ABLANDAMIENTO:.....	46

ACUÍFERO: .....	46
ALCALINIDAD DEL AGUA: .....	46
AGUA PURA: .....	47
FILTRO: .....	48
POLUCIÓN: .....	49
POTABILIZACIÓN: .....	49
PURIFICAR: I. ....	49
SATURACIÓN: .....	49
SUSTANCIA NATURAL: .....	50
SUSTANCIA SINTÉTICA: .....	50
CAPITULO II .....	51
2. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA .....	51
2.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	52
2.1.1 .....	DIVISIÓN POLÍTICA
.....	53
2.1.2 .....	UBICACIÓN CARTOGRÁFICA
.....	53
2.1.3 .....	LIMITES
.....	54
2.1.4 .....	CONDICIONES AMBIENTALES
.....	54
2.1.5 .....	ZONA DE VIDA
.....	55
2.1.6. USO DEL AGUA .....	55
2.1.7 .....	USO DEL SUELO
.....	55
2.1.8 SERVICIOS BÁSICOS .....	56
2.2 RED DE SISTEMAS DE AGUA ENTUBADA EN LA HOSTERÍA	
REVENTADOR .....	57
2.2.1 CONCEPTO DEL SISTEMA DE AGUA ENTUBADA .....	57
2.2.1.1 Captación .....	57
2.2.1.2 Conducción .....	58
2.2.1.3 Tratamiento .....	58
2.2.1.4 Reservorio .....	58
2.2.1.5 Red de Distribución o Conexiones .....	59
2.3 POBLACIÓN BENEFICIARIA DEL SISTEMA DE AGUA ENTUBADA .....	59

TABLA 4. CUADRO DE NÚMERO DE BENEFICIARIOS .....	59
2.4 MATERIALES Y METODOLOGÍA APLICADA .....	60
2.4.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	60
2.4.2 MÉTODOS DE ESTUDIO .....	61
2.4.3 TÉCNICAS APLICADAS .....	62
2.4.4 MATERIALES UTILIZADOS .....	63
2.4.4.1 MATERIALES UTILIZADOS DURANTE EL MUESTREO .....	63
2.4.4.2 MATERIALES DE OFICINA .....	64
2.5 .....	MÉTODOS IN SITU PARA TOMA DE DATOS
.....	64
2.5.1 .....	SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO
.....	64
TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO .....	65
2.5.2 TOMA DE MUESTRAS .....	65
2.5.2.1 MUESTREO MANUAL .....	66
2.5.2.2 MUESTRA PUNTUAL.....	66
2.5.2.3 RECIPIENTES PARA LAS MUESTRAS.....	66
2.5.3 CONTROL Y VIGILANCIA DE LAS MUESTRAS.....	67
2.5.3.1 ETIQUETADO .....	67
2.5.3.2 TRANSPORTE .....	67
2.5.3.3 RECEPCIÓN Y ANÁLISIS .....	68
2.6 .....	DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE LA VERTIENTE DEL AGUA
.....	68
TABLA 6. CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA ENTRADA DE AGUA TANQUE Y SALIDA EN EL GRIFO.....	69
TABLA 7. MEDICIÓN DEL CAUDAL DE CONSUMO.....	69
2.7 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	69
TABLA 8. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS .....	71
TABLA 9. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO, PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO, EN LA HOSTERÍA REVENTADOR, PARROQUIA REVENTADOR, CANTÓN GONZALO PIZARRO PROVINCIA DE SUCUMBÍOS, PERÍODO 2013-2014” .....	72
INTERPRETACIÓN BIOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO, EN LA HOSTERÍA REVENTADOR.....	72

INTERPRETACIÓN FÍSICO-QUÍMICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO, EN LA HOSTERÍA REVENTADOR.....	74
TABLA 10. PROMEDIO DE LA DUREZA PERMANENTE.....	96
CAPITULO III .....	97
3.1 INTRODUCCIÓN .....	97
3.2 OBJETIVOS.....	98
3.2.1 OBJETIVO GENERAL .....	98
3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	98
3.3 SISTEMAS DE ABLANDAMIENTO DE AGUA.....	99
3.4 CONCLUSIONES .....	104
3.5 RECOMENDACIONES .....	105
3.6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	106
3.6.1 .....	LIBROS
.....	106
3.6.2. LEGISLACIÓN .....	108
3.6.3. LINGÜÍSTICAS .....	109
3.7 ANEXOS.....	112
3.7.1 ANÁLISIS DEL LABORATORIO.....	112
3.7.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA.....	116
TOMA DE AGUA .....	116
ALMACENAMIENTO .....	117
GRIFO DE CONSUMO .....	118
3.7.3 FOTOGRAFÍA HOSTERÍA EL REVENTADOR .....	119

## ÍNDICE DE TABLA

TABLA1. Texto Unificado de Legislación Ambiental Parámetro máximo permisible del agua consumo humano.....	43
TABLA 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requiera desinfección.....	44
TABLA 3. Requisito para agua potable.....	45

TABLA 4. Cuadro de número de beneficiarios.....	59
TABLA 5. Características de los puntos de muestreo.....	65
TABLA 6. Cálculo del caudal de la entrada de agua tanque y salida en el grifo.....	69
TABLA 7. Medición del caudal de consumo.....	69
TABLA 8. Resultados de análisis físicos-químicos y biológicos.....	71
TABLA 9. Análisis microbiológico, para la elaboración de un sistema de tratamiento, en la Hostería Reventador, Parroquia Reventador, Cantón Gonzalo Pizarro Provincia de Sucumbíos, período 2013-2014”.....	72
TABLA 10. Promedio de la Dureza Permanente.....	96

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Dirección desde Quito y Machachi hacia la Hostería Reventador.....	52
GRÁFICO 2. Ubicación exacta de la Hostería Reventador.....	52
GRÁFICO 3. Resultados Coliformes fecales, Coliformes totales y Levaduras. ....	72
GRÁFICO 4. Resultado pH, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	74
GRÁFICO 5. Resultado Conductividad, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	75
GRÁFICO 6. Resultado Turbidez, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	76
GRÁFICO 7. Resultado Color, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	77
GRÁFICO 8. Resultado Alcalinidad Total, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	78
GRÁFICO 9. Resultado Alcalinidad Fenoltaleína, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	79

GRÁFICO 10. Resultado Bicarbonato, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	80
GRÁFICO 11. Resultado Carbonatos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	81
GRÁFICO 12. Resultado Hidroxilos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	82
GRÁFICO 13. Resultado Dureza Total, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	83
GRÁFICO 14. Resultado Dureza Cálcica, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	84
GRÁFICO 15. Resultado Dureza Magnésica, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	85
GRÁFICO 16. Resultado Calcio, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	86
GRAFICO 17 Resultado Magnesio, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	87
GRÁFICO 18. Resultado Hierro, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	88
GRÁFICO 19. Resultado Cloruros, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	89
GRÁFICO 20. Resultado Fosfatos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	90
GRAFICO 21. Resultado Sulfatos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	91
GRÁFICO 22. Resultado Nitritos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	92
GRÁFICO 23. Resultado Nitratos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	93
GRÁFICO 24. Resultado Sólidos Totales Disueltos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	94
GRÁFICO 26. Resultado Solidos Suspendedos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.....	95

## RESUMEN

El agua es el líquido más abundante sobre la tierra y es el medio ideal para la subsistencia de la vida. El ciclo hidrológico determina el estado físico del agua; líquido se lo encuentra en la lluvia, río, océanos, como sólido en la nieve, nevados, y como gas en las nubes. La calidad de este recurso depende de los factores naturales y de la acción antrópica. El uso del agua en diferentes actividades, hace que se altere las características físicas, químicas, bacteriológicas y biológicas, afectando gravemente la existencia de la vida de los ecosistemas acuáticos y de todos los seres vivos. La presente investigación está orientada a realizar un análisis físico, químico y biológico del agua en el sistema de distribución de agua entubada de la Hostería el Reventador para poder diagnosticar los problemas que pueden estar presentes al final dar un criterio de manejo técnico. De acuerdo con la metodología aplicada para el proceso de la investigación se descubrió de manera objetiva la situación actual del sistema de distribución de agua entubada y se determinó los niveles y parámetros que intervienen en los análisis del agua mediante la norma INEN 1108. Con los resultados obtenidos se comparó y determinó la calidad de agua, en los puntos de estudio con el cual se da las recomendaciones técnicas para mejorar el servicio y calidad de agua de consumo humano.

## ABSTRACT

The water is the liquid most important and abundant in the earth moreover this is ideal for livesubsistence o. The hydrological cycle determines the physical state of water; this liquid is found in the rain, river, ocean, and solid in the snow, snow, and as gas clouds. The quality of this resource depends on natural factors and human action. The use water in different activities, causes physical altered, chemical, bacteriological and biological characteristics altered, severely affecting the life existence in aquatic ecosystems and all living beings. The present investigation is aimed at performing by physical, chemical and biological analysis of water in the HosteríaReventador piped water distribution systemto diagnose problems that will be present at the end giving technical management criteria. According to the methodology applied in the research process,it was discovered objectively the current status of the distribution system and piped water levels and parameters involved in the water analysis by 1108 INEN standard was determined. The results obtained were compared and determined the water quality at the point of study which on gives technical recommendations to improve the service and water quality for human consumption.



## I. INTRODUCCIÓN

El "agua " uno de los compuestos más importantes para la vida del planeta y del universo, el cual, podemos encontrar en diferentes estados como líquido, sólido y gaseoso. Este compuesto es una sustancia líquida formada por la combinación de dos volúmenes de hidrógeno y un volumen de oxígeno, que constituye el componente más abundante en la superficie terrestre. Hasta el siglo XVIII se creyó que el agua era un elemento.

Fue el químico inglés Cavendish quien sintetizó agua a partir de una combustión de aire e hidrógeno. Sin embargo los resultados de este experimento no fueron interpretados hasta años más tarde, cuando *Lavoisier* propuso que el agua no era un elemento sino un compuesto formado por oxígeno y por hidrógeno, siendo su fórmula ( $H_2O$ ). Este compuesto es uno de los más abundantes en nuestro planeta, el cual cubre el 71% de la superficie terrestre formando los océanos, lagos, lagunas, glaciares, ríos, napas subterráneas, riachuelos, canales, etc. La escasez vital del agua dulce hace llamar la atención de científicos, técnicos, políticos y en general, de muchos de los habitantes del planeta.

Ya que solo el 3% es agua dulce y el 97% agua salada proveniente de los océanos. Además el agua tal como se encuentra en la naturaleza, para ser utilizada sin riesgo para el consumo humano requiere ser tratada, para eliminar las partículas y organismos que pueden ser dañinos para la salud. Y finalmente debe ser distribuida a través de tuberías hasta tu casa, para consumirla sin ningún problema ni riesgo alguno.

Este fundamental compuesto, permite la existencia de vida en la tierra ya que los seres vivos están constituidos por el porcentaje importante de agua.

La presente investigación expresa sobre los análisis e interpretación de los resultados, estudiado en el sistema de abastecimiento de agua de la Hostería Reventador con la finalidad de conocer los posibles problemas y dificultades que puede tener este sistema de abastecimiento durante el uso diario, en las actividades cotidianas que se desarrollan en la Hostería.

El sistema de agua entubada de la hostería viene funcionando desde 1999 y se ha ido mejorando notablemente en estos últimos años pero este sistema no tiene un estudio técnico por lo tanto tiene diferentes problemas, como son: un difícil acceso a la captación, dificultades con las mangueras, y dificultades con el tanque de almacenamiento, este tanque tiene una capacidad de mil litros, el material es de polietileno de color azul, y se con una tapa para impedir el ingreso de hojas o material que altere el agua.

Para dar conocimiento de cómo se encuentra estructurada la investigación se establecen en III capítulos metodológicamente constituidos, los mismos que se detallan a continuación. Hace referencia a la sustentación teórica que fortalece la investigación, el mismo que está estructurado por categorías fundamentales como: el agua, contaminación del agua, tratamientos, normativa legal vigente en el Ecuador.

Metodologías a utilizar que sirvan de apoyo para la orientación metodológica, sistemática, coherente y lógica que contiene para la investigación, con el fin de encontrar en el camino, las herramientas y la dirección técnica para obtener la

información y los resultados honestos que permitan analizar de manera cualitativa y cuantitativa de los parámetros valorados e interpretados, de resultados los análisis de agua realizados en el laboratorio WASCORP S.A.

Estrategias para solucionar los diferentes problemas encontrados en los análisis que no cumplen con los parámetros establecidos en la norma INEN 1108, dar un buen manejo al sistema de tratamiento y por ultimo conclusiones y recomendaciones para el buen funcionamiento de sistema de agua en la Hostería Reventador.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tierra en los últimos años ha sufrido cambios inquebrantables, a causas de las actividades de los seres humanos en los diferentes factores ambientales. La contaminación de los recursos hídricos es uno de los problemas del planeta ya que es local, regional y mundial, está relacionado con la contaminación del aire y de la manera de la utilización de los recursos naturales.

En Ecuador la contaminación hídrica ha aumentado en los últimos años, por la mala utilización del recurso y muchos ecosistemas fluviales están deteriorándose, la actividad agropecuaria, industrial, crecimiento demográfico y demás actividades están incrementando la polución de las aguas superficiales y subterráneas, el problema también se relaciona con la descarga de tóxicos y patógenos directamente a los ríos y acuíferos que abastecen de agua para consumo humano.

La Hostería Reventador actualmente no posee agua potable para consumo humano tiene agua entubada y sin tratamiento alguno, el agua es hervida en casos, la cual puede causar diferentes enfermedades en la salud humana como parasitosis, esquistosomiasis, filariosis, cólera, disentería, gastroenteritis, hepatitis, tífus poliomielitis y más enfermedades por compuestos químicos que puede tener el agua especialmente en niños y adulto mayor que son más vulnerables.

En la presente investigación, el objeto de estudio es el factor agua y el campo de acción es la Hostería Reventador, Parroquia Reventador, Cantón Gonzalo Pizarro, Provincia de Sucumbíos.

### **III. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Los análisis e interpretación de resultados del agua me permitirán establecer recomendaciones técnicas, para mejorar la calidad del agua de consumo humano de la Hostería Reventador?

#### IV. JUSTIFICACIÓN

Debido a la contaminación hídrica en nuestro Planeta, en Ecuador y en el caso de la Hostería Reventador por la falta de un sistema de tratamiento de agua potable puede hacer que genere diversos problemas que afecten a la salud de los habitantes y turistas que visitan la hostería.

La calidad y cantidad de agua, es originaria de las fuentes subterráneas, se ven influenciadas por el clima y la geografía irregular. Por ello la presente investigación se realiza con el fin de mejorar la calidad del agua, mediante la realización de una de un sistema de tratamiento, una vez analizado los parámetros básicos como son; físicos, químicos y biológicos en el laboratorio WASCORP S.A.

La importancia de esta investigación es dar un buen servicio a los clientes mejorando la calidad del agua, y así garantizar la calidad del mismo, por la cual los turistas y trabajadores tengan confianza de utilizar las aguas de la hostería.

Por esto, el tema del proyecto ayudará, mejorar la calidad del agua y al mismo tiempo las condiciones de salubridad, los beneficiarios son los habitantes, empresas que hacen uso de los servicios y turistas nacionales y extranjeros que llegan a la hostería el Reventador.

## V. OBJETIVOS

### **Objetivo General**

Analizar el agua de consumo humano para elaborar una propuesta de tratamiento en la Hostería Reventador, Parroquia Reventador, Cantón Gonzalo Pizarro, Provincia Sucumbíos periodo 2013-2014.

### **Objetivo Especifico**

- ✚ Determinar la calidad de agua de consumo humano mediante el análisis físico, químico y microbiológico en el laboratorio.
  
- ✚ Realizar un análisis comparativo con los estándares establecidos en la norma técnica INEN y plantear propuestas para el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano en la Hostería Reventador.
  
- ✚ Elaborar un sistema de tratamiento, en la Hostería Reventador de acuerdo a los resultados y análisis del laboratorio.

## **CAPÍTULO I**

### **1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.**

#### **1.1.EL AGUA.**

HERRERA V (2010). Se prevé que para el año 2020, el aprovechamiento de agua aumentará en un 40%, y que aumentará un 17% adicional para la producción alimentaria, a fin de satisfacer las necesidades de una población en crecimiento.

El agua es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El hombre la utiliza como un elemento para la nutrición, sea como bebida o como integrante de alimento; la requiere para el lavado de trazos y ropas; la exige para el baño y dispone de ella para alejar sus desechos, proporcionar comodidad y resolver numerosos problemas de su vida cotidiana produciendo electricidad y vapor.



## **1.2.IMPORTANCIA DEL AGUA**

El agua constituye un elemento imprescindible para la vida. La mayor parte de los organismos de Tierra tienen en su composición agua en mayor o menor proporción.

La importancia del agua también radica en nuestro organismo ya que está formado principalmente de agua alcanzando una proporción del 70%. Sin el agua el organismo humano se deteriora rápidamente, en proceso llamado deshidratación que conduce, si no se ingiere este líquido, a la muerte. Artículo escrito por: (Dra. M. Carmina Valdez 2013).

## **1.3.CALIDAD DEL AGUA.**

La calidad del agua es un término difícil de precisar debido a que depende del uso del agua; por ejemplo, un agua de “buen” calidad para el crecimiento de algas puede no ser igualmente “buena” para beber. La calidad del agua es “buena” o “mala” dependiendo del uso que se le da.

El agua pura es un líquido sin sabor, color, y olor, formado por hidrógeno y oxígeno con una fórmula química (H<sub>2</sub>O). Como el agua es casi un solvente universal, muchas sustancias naturales y artificiales son en cierto grado solubles. (Nancy Diersing, 2009).

#### 1.4.CICLO HIDROLÓGICO.

Según HEBERT DEL VALLE (2007) *“El ciclo hidrológico se podría definir como: el proceso continuo que describe los diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido) y el movimiento del agua en nuestro planeta” pg. 33*

El movimiento continuo de agua entre la Tierra y la atmósfera se conoce como ciclo hidrológico. Se produce vapor de agua por evaporación en la superficie terrestre y en las masas de agua, y por transpiración de los seres vivos. Este vapor circula por la atmósfera y precipita en forma de lluvia o nieve.

Al llegar a la superficie terrestre, el agua sigue dos trayectorias. En cantidades determinadas por la intensidad de la lluvia, así como por la porosidad, permeabilidad, grosor y humedad previa del suelo, una parte del agua se vierte directamente en los riachuelos y arroyos, de donde pasa a los océanos y a las masas de agua continentales; el resto se infiltra en el suelo. Una parte del agua infiltrada constituye la humedad del suelo, y puede evaporarse directamente o entrar en las raíces de las plantas para ser transpirada por las hojas.

La porción de agua que supera las fuerzas de cohesión y adhesión del suelo, se filtra hacia abajo y se acumula en la llamada zona de saturación para formar un depósito de agua subterránea, cuya superficie se conoce como nivel freático.

## **A. Fases del ciclo hidrológico.**

### **a. Transpiración.**

Según HEBERT DEL VALLE (2007) *“Es el transporte y evaporación de agua desde el suelo a la atmósfera a través de las plantas, principalmente a través de las hojas”.*

### **b. Evaporación.**

Según HEBERT DEL VALLE (2007) *“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”.*

### **c. Precipitación.**

Según HEBERT DEL VALLE (2007). *“Cuando por condensación las partículas de agua que forman las nubes alcanzan un tamaño superior a 0,1 mm comienza a formarse gotas, que caen por gravedad dando lugar a las precipitaciones (en forma de lluvia, granizo o nieve)”.*

### **d. Retención.**

Según HEBERT DEL VALLE (2007). *“Una parte del agua de precipitación vuelve a evaporarse en su caída y otra parte es retenida 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, volviendo una gran parte de nuevo a la atmósfera en forma de vapor”.*

*e. Escorrentía superficial.*

Según HEBERT DEL VALLE (2007) *“El agua que circula sobre la superficie se concentra en pequeños cursos de agua, que luego se reúnen en arroyos y más tarde desembocan en los ríos. Esta agua que circula superficialmente irá a parar en los lagos o en el mar, donde una parte se evaporara y otra se infiltrará en el terreno.*

*f. Infiltración.*

Para HEBERT DEL VALLE (2007) *“Una parte de la precipitación llega a penetrar en la superficie del terreno a través de los poros y fisuras del suelo o las rocas”.*

*g. Evapotranspiración.*

Para HEBERT DEL VALLE (2007) *“Es la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación”.*

Concepto introducido por Charles Thornthwaite en 1948, define como la máxima cantidad de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación, que se desarrolla en óptimas condiciones.

*h. Escorrentía subterránea.*

Según HEBERT DEL VALLE (2007) *“El agua que desciende, por gravedad alcanza la zona saturada y constituye en recarga de agua subterránea. El agua subterránea puede volver a la atmósfera por evapotranspiración, cuando el nivel saturado queda próximo a la superficie del terreno”*.

### **1.5.FUENTES DE AGUA EN LA NATURALEZA**

**A. Agua superficial.** Según HEBERT DEL VALLE (2007) *“Es cualquier agua que viaja o se almacena sobre el suelo. Esto sería el agua que está en ríos, los lagos, las corrientes, los depósitos, aún en los océanos”*.

**B. Agua subterránea.**

Según HEBERT DEL VALLE (2007). *“Es el agua que se encuentra bajo la superficie terrestre. Se encuentra en el interior de poros entre partículas sedimentarias y en las fisuras de las rocas más sólidas. En las regiones árticas el agua subterránea puede helarse. El agua subterránea más profunda puede permanecer oculta durante miles o millones de años”*

### **C. Manantial.**

Según HEBERT DEL VALLE (2007). *“Es un flujo natural de agua que surge del interior de la tierra desde un solo punto o por un área restringida. Estos pueden aparecer en tierra firme o ir a dar a cursos de agua, lagunas o lagos directamente. Su localización está en relación con la naturaleza de las rocas, la disposición de los estratos permeables e impermeables y el perfil del relieve, ya que un manantial aparece donde el nivel freático se corta con la superficie de la tierra”.*

## **1.6.EL AGUA DE CONSUMO HUMANO**

Según. ROBLES, ROJO, BAS (2010). *“Es aquella que por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en la normativa vigente, es apta para el consumo humano”.*

### **A. Aguas aptas para el consumo**

Se califica como agua apta para el consumo cuando no contiene ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana; y cumple con los requisitos especificados para los parámetros microbiológicos, químicos, indicadores de calidad y radiactivos”.

Cuando cumple todo lo anterior, pero sobrepasa hasta ciertos niveles los valores para los parámetros indicadores de calidad (turbidez, color, sabor, etc.).

## **1.7.PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL AGUA.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“Una de las clasificaciones que se pueden utilizar para el estudio de los diferentes parámetros de calidad de las aguas, es según la naturaleza de la propiedad o especie que se determina analizar”.*

## **1.8.CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA.**

### **a) Turbidez.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“La turbidez de un agua puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varía en tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas”.*

### **b) Color.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“El color de las aguas naturales se debe a la presencia de sustancias orgánicas disueltas o coloidales, de origen vegetal y, a veces, sustancias minerales (sales de hierro, manganeso, etc.)”.*

**c) Olor y sabor.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“Los sabores y olores se deben a la presencia de sustancias químicas volátiles y a la materia orgánica en descomposición”*.

**d) Temperatura.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio”*.

**e) Sólidos.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“Se clasifican toda la materia, excepto toda el agua contenida en los materiales líquidos, como materia sólido”*.

- a. **Sólidos totales.** Se define como sólidos la materia que permanece como residuos después de la evaporación y secado a 103 C.
- b. **Sólidos disueltos.** Son determinados directamente por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos.
- c. **Sólidos suspendidos.** Son determinadas por filtración a través de un filtro
- d. **Sólido Volátiles y sólidos fijos.** Esta determinación se suele hacer en aguas residuales y lodos.



- e. **Sólidos sedimentables.** Son sólidos en suspensión que se sedimentan en condiciones tranquilas, o por acción de la gravedad.

**f) Conductividad.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica”.*

## **1.9.CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA.**

**a) Alcalinidad.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“Está representada por sus contenidos en carbonatos y bicarbonatos. Eventualmente los hidróxidos, boratos, silicatos, fosfatos. Las soluciones acuosas de boratos tienen un pH 8,3 y las de ácido carbónico 4,3”.*

**b) Acidez.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“La acidez de un agua puede definir como la capacidad para neutralizar bases como su capacidad para reaccionar con*

*iones hidróxidos, como su capacidad para ceder protones o como la medida de su contenido total de sustancias acidas”.*

**c) Dureza.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“El agua dura contiene minerales disueltos en la forma de Calcio, Magnesio, y en menor grado, Al y Fe, son considerados como iones causantes de dureza”.*

**d) Grupo del azufre.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“El ion sulfato, uno de los aniones más comunes en las aguas naturales, se concentran en concentraciones que varían desde unos pocos hasta varios miles de mg/l”.*

**e) Cloruros.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“Los cloruros aparecen en todas las aguas naturales en concentraciones que varían ampliamente, los cloruros introducen de la capa vegetal y de las formaciones más profundas”.*

**f) Los fluoruros.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“La mayor parte de los fluoruros son de baja solubilidad por ello la concentración en aguas naturales es normalmente baja, por lo general menor de 10 mg/l en aguas superficiales”*.

**g) Hierro y magnesio.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“Tanto hierro como magnesio crean problema en los suministros de agua. Por lo general estos problemas se dan en aguas subterráneos y en algunos casos también en aguas superficiales provenientes de algunos ríos y embalses”*.

**1.10. PRINCIPALES GASES DISUELTOS EN EL AGUA.**

**A. El (CO<sub>2</sub>).**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“La causa más común de acidez en el agua es el CO<sub>2</sub>, el cual puede estar disuelto en el agua como resultado de las*

*reacciones de los coagulantes químicos usados en el tratamiento o de la oxidación de carbono atmosférico”.*

## **B. OXÍGENO DISUELTO.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“Produce un medio oxidante y juega un papel de gran importancia en la solubilización o insolubilización de iones que cambia en la actividad de los microorganismos”.*

### **1.11. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“Las aguas poseen en su constitución una gran variedad de elementos biológicos desde los microorganismos hasta los peces. La biodiversidad de un agua natural indica la poca probabilidad de que la misma se encuentre contaminada. Sin embargo para que el agua sea destinada a la provisión de agua potable, debe ser tratada para eliminar los elementos biológicos que contiene”.*

#### **a) Algas.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005). *“Las algas contienen fundamentalmente clorofila necesaria para las actividades fotosintéticas y por lo tanto necesitan la luz*

*solar para vivir y reproducirse. La mayor concentración se da en los lagos, lagunas, embalses, remansos de agua y con menor abundancia en las corrientes de agua superficiales. Las algas a menudo tienen pigmentos de colores que nos permite agruparlas en familias”*

**b) Bacterias.**

Según ALDABE Y ARAMENDÍA (2005) *“Las bacterias que se pueden encontrar en el agua son de géneros muy numerosos, las que son patógenas para el hombre, son las bacterias coliformes y los estreptococos que se utilizan como índice de contaminación fecal”.*

**1.12. TÉCNICAS DE MUESTREO PARA EL ANÁLISIS DEL AGUA**

**a) La muestra simple.**

Según RODIER J (2000) *“Se toma en un solo sitio y una sola vez y proporciona información sobre la calidad en un punto y momento dado”.*

**b) La muestra compuesta.**

Según RODIER J (2000) *“Se compone de varias alícuotas espaciadas temporalmente (con frecuencias variables, minutos, horas, días) que se adicionan al mismo recipiente”*.

**c) Las muestras en continuo.**

Según RODIER J (2000) *“Son imprescindibles en procesos a escala industrial, por ejemplo, la determinación de cloro residual libre en el agua potable a la salida de una potabilizadora”*.

**d) Las muestras integradas.**

Según RODIER J (2000) *“En el tiempo se obtienen con bombeo a un flujo continuo de muestra que se adiciona en el mismo recipiente”*.

### **1.13. COMPONENTES DE SISTEMA DE AGUA POTABLE.**

#### **a) CAPTACIÓN**

La práctica de recolectar y almacenar agua de una variedad de fuentes para uso benéfico.

La fuente o fuentes de abastecimiento deberán asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año, la captación del caudal previsto. Sin embargo deberá establecerse los requerimientos de la localidad, siendo necesario que la fuente proporcione cuando menos el caudal máximo diario para el final de la primera etapa.

### **1.14. CONDUCCIÓN**

La conducción se debe realizar por medio de tuberías (circulares) o por canales que pueden tener la forma rectangular, trapezoidal o por medio de túneles.

#### **A) TIPOS DE CONDUCCIÓN**

- a) Conducción a gravedad
- b) Conducción por bombeo

### **1.15. ALMACENAMIENTO**

Los sistemas de almacenamiento tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en cantidad necesaria que permite compensar las variaciones de la demanda. Así mismo deberán contar con un volumen adicional para suministros en casos de emergencia como: incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento.

### **1.16. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.**

La red de distribución está considerada por todo el sistema de tuberías desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten la toma o conexiones domiciliarias.

La red de distribución es un trazado de tuberías que permite distribuir agua potable desde un tanque elevado que es el que sirve como almacenamiento y para darle suficiente presión al agua al punto más alejado. El tanque sirve para unificar presiones. La red debe cumplir con requisitos técnicos y económicos.

El agua en la naturaleza contiene sustancias disueltas, además, como producto del ciclo hidrológico el agua contiene otras diversas sustancias.



Estas sustancias se identifican con frecuencia, como impurezas que contienen el agua. En la evaluación de la calidad del agua, generalmente las impurezas se clasifican como físicas, químicas y biológicas.

Las bacterias que son impurezas coloidales no iónicas y no disueltas, se considerarían como una característica biológicas con respecto a la calidad del agua. En donde el agua va a utilizarse para abastecimiento público, las impurezas físicas, químicas y biológicas que pueda contener, también se designan como sustancias contaminantes.

#### **1.17. CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

Contaminación es la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

Las categorías de contaminación que impactan a los recursos hídricos se derivan de fuentes puntuales y no puntuales. Éstas afectan y alteran las características naturales de los recursos hídricos, ocasionalmente por actividades naturales, pero en su mayoría el mayor de los impactos es de carácter antropogénicas.

## **A) CONTAMINACIÓN PUNTUAL Y DIFUSA**

Este tipo de contaminación es causado por escorrentías de tierras agropecuarias, silvicultura, y ocupación urbana. No se produce de un lugar específico y único, sino que resulta de la escorrentía, precipitación y percolación, se presenta cuando la tasa a la cual los materiales contaminantes que entran en el cuerpo de agua, exceden los niveles naturales.

## **B) CONTAMINANTES MÁS FRECUENTES DE LAS AGUAS.**

### **a) Contaminantes Físicos.**

Para BETHEMONT, J (2001). *“Los sabores y olores se deben a la presencia de sustancias químicas volátiles y a la materia orgánica en descomposición. El color del agua se debe a la presencia de minerales como hierro y manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de las industrias. La turbidez puede contener agentes patógenos adheridos a las partículas en suspensión”*.

### **b) Contaminantes Químicos.**

Para BETHEMONT, J (2001). *“Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y*

*carbonatos. También desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico)”.*

**c) Contaminantes Orgánicos.**

Para BETHEMONT, J (2001). *“Son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de los desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo, productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas, y productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc”.*

**d) Contaminantes Biológicos.**

Según BETHEMONT, J (2001). *“Incluyen hongos, bacterias y virus que provocan enfermedades. Algunas bacterias son inofensivas y otras participan en la degradación de la materia orgánica contenida en el agua”.*

### **C) FUENTES DE LA CONTAMINACIÓN ACUÁTICA**

Según, REPETTO Y MORAN (2001). *“Como ejemplo de este tipo de contaminación se pueden mencionar las actividades industriales y la contaminación de origen doméstico como excretas humanas, grasas, y jabones”*.

Las principales fuentes de contaminación acuática son las industrias, la agricultura y los desechos domésticos. La descomposición natural de la materia orgánica, acumula en exceso, causa cambios drásticos en la concentración de oxígeno y valores de pH que pueden ser a veces mortales para los peces.

### **D) CONTAMINACIÓN TÉRMICA**

Según, ROLDAN, G, (1992) *“Por lo tanto, en estos organismos la velocidad de sus reacciones metabólicas depende de la temperatura dentro de estos límites, acelera sus mecanismos de respiración, nutrición, reproducción y movimiento en general, en tanto que una baja temperatura tiene un efecto contrario”*.

Según CÓRDOBA (2002). *“La contaminación del agua debido a la actividad del beneficiado de café se caracteriza por un elevado consumo de agua y la consecuente generación de grandes cantidades de agua residual, debido al proceso de beneficiado húmedo del café por el arrastre de las aguas mieles, agua de despulpado, aguas del proceso de lavado”*.

## **E) ASPECTOS QUÍMICOS Y BIOQUÍMICOS**

Los parámetros químicos son más relacionados con los agroquímicos, metales pesados y desechos tóxicos. Este tipo de contaminación es más usual en las aguas subterráneas en comparación con las aguas superficiales. Relacionado por la dinámica del flujo de agua, los contaminantes son más persistentes y menos móviles en el agua subterránea, como es el caso de la contaminación con nitratos por su movilidad y estabilidad.

### **1.18. TRATAMIENTO DEL AGUA**

#### **A) TRATAMIENTO**

Se denomina estación de tratamiento de agua potable al conjunto de estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelve apto el consumo humano.

El tratamiento del agua para hacerla potable es la parte más delicada del sistema. El tipo es muy variado en función de la calidad del agua bruta. Una planta de tratamiento de agua potable completa generalmente consta de los siguientes componentes dispositivos de desinfección:

- a. **Reja.-** Para la retención de material grueso, tanto flotante como de arrastre de fondo.
- b. **Desarenador.-** Para retener el material en suspensión de tamaño fino.
- c. **Floculadores.-** Donde se adicionan químicos que facilitan la decantación de sustancias en suspensión coloidal y materiales muy finos en general.
- d. **Decantadores o Sedimentadores.-** Que separan una parte importante del material fino.
- e. **Filtros.-** Que terminan de retirar el material en suspensión.

## B) LA DEPURACIÓN DEL AGUA

Según ROBLE, ROJO, BAS (2010). *“Depuración del agua generalmente significa liberar al agua de cualquier clase de impureza que contenga, por ejemplo, contaminantes o microorganismos”.*

La depuración del agua no es un proceso unilateral; el proceso de la depuración contiene muchos pasos. Los pasos que necesitan ser progresados dependen de la clase de impurezas que se encuentre en el agua. Esto puede diferir mucho según el tipo de agua.

## **C) MANERAS DE TRATAR EL AGUA CONTAMINADA PARA DEPURARLA.**

### **a. Sedimentador**

Antes de que el proceso de la depuración comience algunos contaminantes, tales como aceite, pueden ser depositados en el tanque de sedimentación. Ellos pueden que sean eliminados fácilmente después de que hayan alcanzado el fondo del depósito.

### **b. Retiro de microorganismos peligrosos**

El agua contaminada a menudo tiene que ser liberada de microorganismos. El agua es entonces desinfectada, generalmente por medio de la desinfección con cloro.

### **c. Retiro de sólidos disueltos**

Los microorganismos no son solamente una amenaza en el tratamiento del agua; pueden también ser una ventaja cuando se usan en procesos de depuración del agua. Pueden convertir contaminantes dañinos en sustancias inofensivas. Este proceso conlleva generalmente un tiempo largo y se utiliza solamente para el agua que está contaminada con contaminantes que los microorganismos, generalmente bacterias, pueden convertir.

#### **d. Técnicas físicas/químicas**

Cuando el tratamiento por microorganismos no es una opción utilizamos a menudo diversas técnicas de tratamiento, llamadas técnicas físicas/químicas de tratamiento. El tratamiento químico se ocupa a menudo por medio de la adición de ciertos productos químicos, para cerciorarse de que los contaminantes cambian la estructura y puedan ser eliminados más fácilmente. Los fertilizantes tales como nitratos se quitan de esta manera. El retiro de contaminantes se puede también hacer con procesos químicos específicos más difíciles. Lleva mucha educación entender completamente estos pasos de depuración. El tratamiento físico se ocupa generalmente de pasos de la depuración tales como filtración.

#### **e. Desinfección por cloración:**

Antes de iniciar el proceso, el agua es almacenada en Tanques y el agua es clorada con Hipoclorito de Sodio al 5%. El cloro elimina la mayor parte de las bacterias, hongos, virus, esporas y algas presentes en el agua. No se necesita añadir mucho cloro, una concentración de 0,5 ppm es suficiente para destruir bacterias e inactivar el virus, después de un tiempo de reacción mínimo de 30 minutos. La concentración de cloro es verificada por análisis por el método de Ortolidina.



## **D) FILTRADO MEDIANTE EL USO DE CARBÓN ACTIVADO**

El agua pasa a columnas con Carbón Activado. El carbón activado ha sido seleccionado considerando las características fisicoquímicas del agua, obteniendo eficiencia en la eliminación de cloro, sabores y olores característicos del agua de pozo , y una gran variedad de contaminantes químicos orgánicos categorizados como productos químicos dañinos de origen "moderno" tales como: pesticidas, herbicidas, metilato de mercurio e hidrocarburos.

### **a. Filtrado mediante el uso de arenas**

La función de este filtro es de detener las impurezas grandes (sólidos hasta 30 micras) que trae el agua al momento de pasar por las camas de arena y quitarle lo turbio al agua, estos filtros se regeneran periódicamente. Dándoles un lavado a presión, para ir desalojando las impurezas retenidas al momento de estar filtrando.

### **b. Filtrado mediante el uso de filtro pulidor**

La función de este filtro es de detener las impurezas pequeñas (sólidos hasta 5 micras). Los pulidores son fabricados en polipropileno grado alimenticio. Después de este paso se puede tener un agua brillante y cristalina.

## **E) LUZ ULTRAVIOLETA**

Funciona como un germicida, ya que anula la vida de las bacterias, gérmenes, virus, algas y esporas que vienen en el agua, mediante la luz ultravioleta, los microorganismos no pueden proliferarse ya que mueren al contacto con la luz. Y el agua al salir de la tubería del rayo ultravioleta va libre de gérmenes vivos.

## **F) OZONIFICACIÓN**

El Ozono destruye los microorganismos en unos cuantos segundos por un proceso denominado Destrucción de Celda. La ruptura molecular de la membrana celular provocada por el Ozono, dispersa el citoplasma celular en el agua y lo destruye, por lo que la reactivación es imposible.

Debido a que los microorganismos nunca generarán resistencia al Ozono, no será necesario cambiar periódicamente los germicidas. El Ozono actúa sobre el agua potable eliminando por oxidación todos los elementos nocivos para la salud como son virus, bacterias, hongos, además de eliminar metales, los cuales pueden ser filtrados y eliminados del agua.

En muchos estados y zonas del País el agua presenta una dureza por arriba de 200 ppm y sólidos totales por arriba de 500 ppm y por ende algunos iones fuera de lo que especifica la Norma sobre los cuerpos de agua. Luego esta agua debe ser tratada por

medio de suavizadores y osmosis inversa u otros filtros especiales (si tienen contenido alto en hierro), esta agua es considerada como no potable. (QuimiNet 2012)

### **G) PROCESO DE SUAVIZACIÓN**

El agua dura como se comentó, contiene minerales disueltos en la forma de Calcio, Magnesio, y Hierro. La remoción de estos minerales se logra por medio de la suavización del agua a través de un proceso de intercambio iónico. Al paso del agua a través del tanque de resina los minerales disueltos son atrapados por la resina.

El uso del suavizador disminuye las sales disueltas antes de pasar al equipo de osmosis inversa, lo cual aumenta la vida de las membranas del equipo.

### **H) OSMOSIS INVERSA**

Según Sidney Loeb y Srinivasa Sourirajan *“ósmosis inversa comienza con la búsqueda de alternativas para convertir el agua del mar en agua pura, en la Universidad de UCLA” en el año de 1960.*

Proceso en el cual se fuerza al agua a pasar a través de una membrana semipermeable, desde una solución más concentrada en sales disueltas u otros contaminantes a una solución menos concentrada, mediante la aplicación de presión. El Objetivo de la Osmosis Inversa es obtener agua purificada partiendo de un caudal de agua con gran cantidad de sales como puede ser el agua de Mar. De hecho una de las grandes aplicaciones de la Osmosis Inversa es obtener agua potable partiendo del agua de Mar con la escasez de agua originada por el desarrollo humano este proceso se ha vuelto más rentable.

## **1.19 NORMATIVA VIGENTE.**

### **1.19.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR.**

De la carta magna del año 2008, se ha tomado los siguientes artículos referentes al uso y aprovechamiento del agua.

#### **TÍTULO II.- DERECHOS.**

##### **Capítulo Segundo.- DERECHOS DEL BUEN VIVIR.**

###### **Sección Primera.- Agua y alimentación.**

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. 35.- “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,

educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros q sustentan el buen vivir”.

## **TITULO V.- ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO.**

### **CAPITULO CUARTO.- Régimen de competencia.**

Art. 264.- Los Gobiernos Municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determinen la ley: numeral 4.- “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.”

## **TITULO VI.- RÉGIMEN DE DESARROLLO**

Art. 276.- “El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: numeral 4.- Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.”

## **TÍTULO VII.- RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR**

### **CAPÍTULO SEGUNDO.- Biodiversidad y recursos naturales**

#### **Sección sexta.- Agua**

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.

#### **1.19.2 LEY DE AGUAS.**

Ley de aguas de 1972, codificada en el 2004, se ha tomado los siguientes artículos referentes al uso y aprovechamiento del líquido vital.

Art. 1.- Las disposiciones de la presente Ley regulan el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos y formas.

Art. 13.- Para el aprovechamiento de los recursos hidrológicos, corresponde al Consejo

Nacional de Recursos Hídricos:

- a) Planificar su mejor utilización y desarrollo;
- b) Realizar evaluaciones e inventarios;
- c) Delimitar las zonas de protección;
- d) Declarar estados de emergencia y arbitrar medidas necesarias para proteger las aguas;
- e) Propender a la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas.

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

Art. 36.- Las concesiones del derecho de aprovechamiento de agua se efectuarán de acuerdo al siguiente orden de preferencia:

- a) Para el abastecimiento de poblaciones, para necesidades domésticas y abrevadero de animales;
- b) Para agricultura y ganadería;
- c) Para usos energéticos, industriales y mineros; y,
- d) Para otros usos.



Art. 39.- Las concesiones de agua para consumo humano, usos domésticos y saneamientos de poblaciones, se otorgarán a los Municipios, Consejos Provinciales, Organismos de Derecho Público o Privado y particulares, de acuerdo a las disposiciones de esta Ley.

Art. 55.- Las personas obligadas a la utilización de aguas pagarán la tarifa respectiva, la utilicen o no, debiendo tomarse en cuenta para establecer dicha tarifa, la amortización del capital invertido en el canal y obras complementarias, los gastos de operación y mantenimiento y el tiempo necesario de utilización, en las proporciones y condiciones que serán regulados en el reglamento, que, elaborado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, deberá ser expedido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

## **1.20 TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL.**

### **Libro VI, “DE LA CALIDAD AMBIENTAL”, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.**

La presente Ley norma técnica ambiental está dedicada 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 estos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

Art. 4.1.1.1 Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

- a. Bebida y preparación de alimentos para consumo,
- b. Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios,
- c. Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

Art. 4.1.1.2 Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios (ver tabla 1):

**TABLA1. Texto Unificado de Legislación Ambiental Parámetro máximo permisible del agua consumo humano.**

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo
			Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1
Olor y sabor			<b>Ausencia</b>
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l

Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental

**TABLA 2.** Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requiera desinfección.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo
			Permisible
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	Ph		06-sep
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	250
Sólidos disueltos totales		mg/l	500
Temperatura	°X		Condición Natural +/- 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total		mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	5
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>			
Benceno	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	mg/l	0,01
Benzo-a- pireno		mg/l	0,00001
<b>Pesticidas y Herbicidas</b>			
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Toxafeno		μg/λ	0,01
<b>Compuestos Halogenados</b>			
Tetracloruro de carbono		mg/l	0,003
Dicloroetano (1,2-)		mg/l	0,01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/l	0,3

Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental

\*Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliforme fecal, se aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico.

## 1.21.NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 1108: 2011

**TABLA 3.**Requisito para agua potable.

PARÁMETRO	UNIDAD	LIMITE PERMISIBLE MÁXIMO
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidad de color verdadero (UTC)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	-	No objetable
Sabor	-	No objetable
pH	-	6,5-8,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio, Al	mg/l	0,25
Amonio, (N-NH <sub>3</sub> )	mg/l	1
Antimonio, Sb	mg/l	0,005
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,3
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuro, Cn	mg/l	0
Cloro libre residual*	mg/l	0,3-1,5
Cloruros, Cl	mg/l	250
Cobalto, Co	mg/l	0,2
Cobre, Cu	mg/l	1
Cromo, Cr (cromo hexavalente )	mg/l	0,05
Dureza total, CaCO <sub>3</sub>	mg/l	300
Estaño, Sn	mg/l	0,1
Flúor, F	mg/l	1,5
Fosforo, (P-PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,1
Hierro, Fe	mg/l	0,3
Litio, Li	mg/l	0,2
Manganeso, Mn	mg/l	0,1
Mercuro, Hg	mg/l	0
Niquel, Ni	mg/l	0,02
Nitratos, N-NO <sub>3</sub>	mg/l	10
Nitritos, N-NO <sub>2</sub>	mg/l	0
Plata, Ag	mg/l	0,05
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Potasio, K	mg/l	20
Selenio, Se	mg/l	0,01
Sodio, Na	mg/l	200
Sulfatos, SO <sub>4</sub>	mg/l	200
Vanadio, V	mg/l	0,1
Zinc, Zn	mg/l	3
<b>Radioactivos</b>		
Radiación total a**	Bq/l	0,1
Radiación total b***	Bq/l	1

(Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria).

#### 1.2.4 MARCO CONCEPTUAL

**ABLANDAMIENTO:** Proceso para reducir la dureza del agua.

**ACUÍFERO:** Formación geológica subterránea que contiene agua.

**ALCALINIDAD DEL AGUA:** Alcalinidad del agua es la medida de su capacidad para neutralizar ácidos.

**ACUÍFERO.** Suelo o terreno con agua o bien capa subterránea de roca permeable.

**AGUA DULCE.** Agua con una salinidad igual o inferior a 0.5 UPS.

**AGUA SUBTERRÁNEA.** Es toda agua del subsuelo, que se encuentra en la zona de saturación es decir por debajo del nivel freático.

**AGUAS SUPERFICIALES.** Masa de agua sobre la superficie de la tierra, conforman ríos, lagos, pantanos, sean naturales o artificiales.

**ANÁLISIS.** Proporciona datos cualitativos y cuantitativos realizados a muestras de agua en un laboratorio.

**AGUA PURA:** Compuesto químico formado por el conjunto de moléculas compuesta de 2 átomos de hidrogeno y 1 de oxígeno.

**ÁTOMO:** El concepto de átomo como bloque básico e indivisible que compone la materia del universo fue postulado por la escuela atomista en la Antigua Grecia.

**BACTERIAS:** Organismos unicelulares microscópicos. No necesitan de la luz para sus procesos de vida.

**BACTERICIDA:** Cualquier agente o sustancia que destruye bacterias.

**CLORO RESIDUAL:** La cantidad total de cloro (combinado o libre que permanece después de su aplicación, al finalizar el periodo especificado de contacto (generalmente en 20 minutos).

**COLOIDE:** Se dice del cuerpo que se disgrega en un líquido en partículas tan pequeñas que parece que se ha disuelto.

**DEPURACIÓN.** Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

**DESINFECCIÓN.** Eliminación de agentes infecciosos que están fuera del organismo por medio de la exposición directa a agentes químicos o físicos.

**DUREZA:** Es el término usado para expresar el contenido en el agua de compuestos de calcio y magnesio, causantes de consumos elevados de jabón e incrustaciones en las tuberías.

**ENZIMA:** Una enzima es una proteína que cataliza las reacciones bioquímicas del metabolismo.

**FILTRO:** Material poroso o dispositivo a través del cual se hace pasar un fluido para limpiarlo de impurezas o separar ciertas sustancias.

**HIDROGENO:** Elemento químico no metálico, gas incoloro e insípido, catorce veces más ligero que el aire, que entra en la composición de muchas sustancias orgánicas y que forma el agua al combinarse con oxígeno.

**MOLÉCULA:** Una molécula es la partícula más pequeña que presenta todas las propiedades físicas y químicas de una sustancia.

**ORTODILINA:** Nombre que se le da al método de verificación de la concentración de cloro en el agua.

**OSMOSIS:** Fenómeno natural en el cual agua pasa a través de una membrana semi-permeable, desde una solución menos concentrada a una solución más concentrada.



**OXÍGENO DISUELTO.** Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua.

**OXIGENO:** Elemento químico gaseoso, esencial en la respiración.

**POLUCIÓN:** en el agua, cuando se mezcla en ellas aguas servidas, líquidos, suspensiones y otras sustancia en cantidad tal, que alteran su calidad viviéndola ofensiva a la vista, gusto y olfato.

**POTABILIZACIÓN:** serie de procesos para hacer el agua apta para la bebida.

**PURIFICAR:** Eliminar lo que es extraño a alguna cosa, devolviéndola a su estado original.

**SALES INORGÁNICAS:** En el cultivo, son los elementos minerales fundamentales para el desarrollo de las plantas.

**SATURACIÓN:** Estado de una disolución que ya no admite más cantidad de la sustancia que disuelve.

**SEDIMENTACIÓN:** Sedimento es la materia que, después de haber estado en suspensión en un líquido, termina en el fondo por su mayor gravedad. Este proceso se conoce como sedimentación.

**SEMI-PERMEABLE:** Es la propiedad de algunos materiales de oponer una resistencia moderada al flujo del agua (fluido referencial).

**SÍNTESIS:** El término síntesis hace referencia a la presentación de un todo gracias al destaque de sus partes más interesantes o sobresalientes.

**SUSTANCIA NATURAL:** Aquella que se encuentra en el ambiente y que no requiere de un proceso químico para obtenerse.

**SUSTANCIA SINTÉTICA:** Aquella que no se encuentra en el ambiente y que para obtenerla se debe realizar algún proceso químico.

## **CAPITULO II**

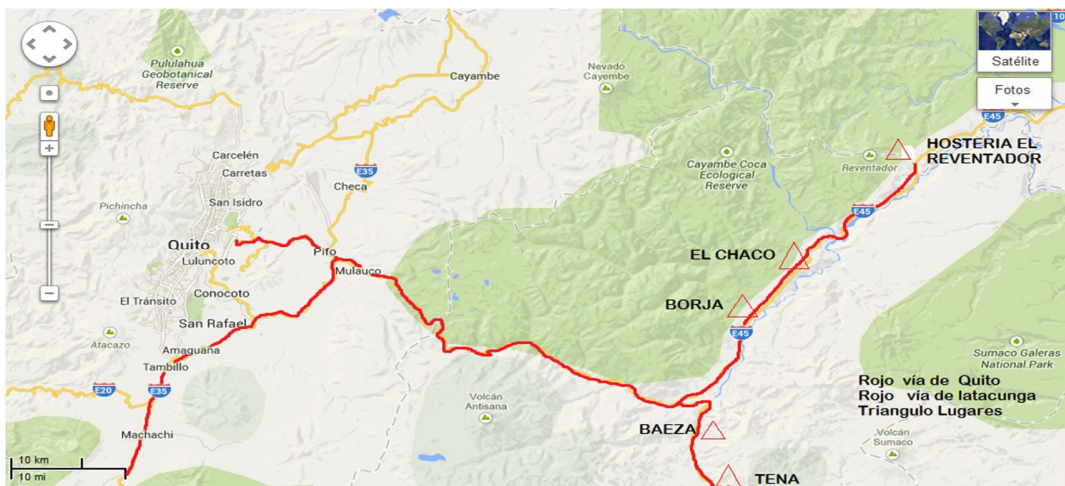
### **2. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

El desarrollo de la presente tesis, se utilizó un tipo de investigación descriptiva, de campo y técnicas de observación, lectura comprensiva; la que nos permitirá describir las características principales del lugar de estudio.

Con la ayuda de estas metodologías brindará una serie de herramientas teóricas y prácticas para la determinación de los parámetros analizados en la vertiente denominada Reventador con la técnica de muestreo in situ, en tres lugares específicos Muestra 1 Captación, Muestra 2 Tanque de distribución, Muestra 3 Consumo, como último punto análisis de las muestras e interpretación de los resultados.

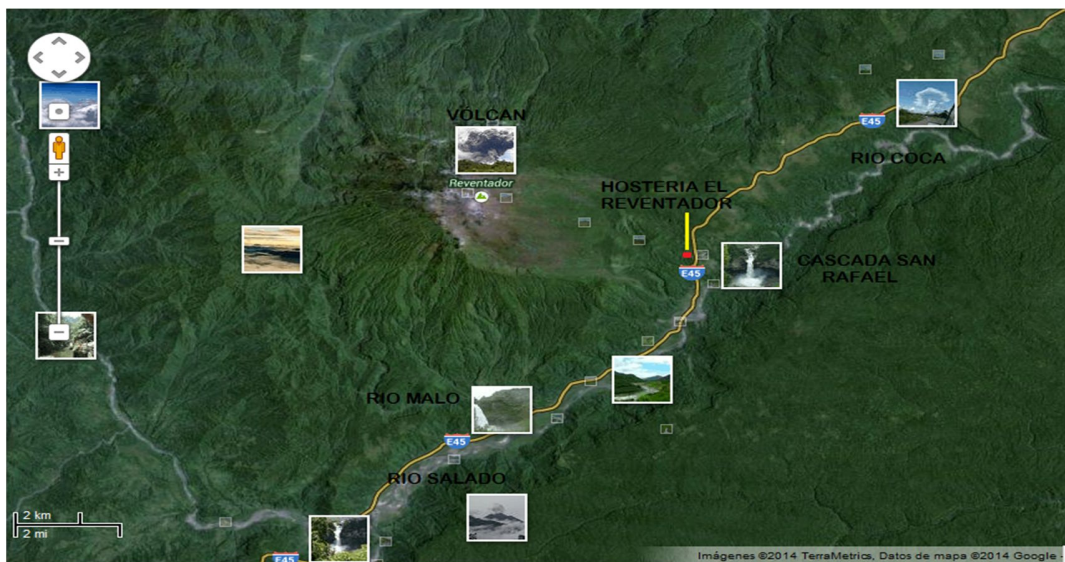
## 2.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

**GRÁFICO 1.** Dirección desde Quito y Machachi hacia la Hostería Reventador



*Fuente: Google Map.*

**GRÁFICO 2.** Ubicación exacta de la Hostería Reventador.



*Fuente Mapa satelital: Google Earth*

### ***2.1.1 División Política***

País:	Ecuador
Provincia:	Sucumbíos
Cantón:	Gonzalo Pizarro
Parroquia	Reventador

### ***2.1.2 Ubicación Cartográfica***

Altitud: 1422 m.s.n.m.

Latitud: 0211390 E

Longitud: 9988742 N

Realizado por:Robert Alvarado.

### ***2.1.3 Límites***

<b>Norte:</b>	Provincia de Sucumbíos
<b>Sur:</b>	Rio Reventador
<b>Este:</b>	Cascada San Rafael
<b>Oeste:</b>	Volcán el Reventador

Realizado por:Robert Alvarado.

### ***2.1.4 Condiciones Ambientales***

Temperatura media anual: 16.5 a 25°C

Precipitación media anual:4899mm/año

Fuente: INAMHI Estación Sardinas del Cantón el Chaco.

### ***2.1.5 Zona De Vida***

La zona agroecológica en estudio está dentro del piso bosque siempre verde de neblina perteneciente al bosque muy húmedo según la clasificación de Holdrieger, L. 1979.

### ***2.1.6. Uso del Agua***

La disponibilidad del agua en la Hostería Reventador se resume para consumo humano, diversión acuática y criadero de peces, en la que nos centramos en la de consumo humano.

### ***2.1.7. Uso del Suelo***

El suelo del sitio de estudio es de origen volcánico ya que se encuentra cerca del Volcán Reventador, el ecosistema aun no asido alterado mayoritariamente y se encuentra en la Cordillera de los Andes, la zona es de transición montano alto húmedo a zona tropical humedad, las pendientes son fuertes, la deforestación inadecuada y las practicas agropecuarias hacen que los suelos pierdan fácilmente la fertilidad del suelo, quedando así suelos superficiales franco arenoso.

Las principales actividades para el sustento diario de las familias campesinas se generan de la producción agrícola (tomate, naranjilla) en la producción pecuaria (ganado bovino), y trabajos en el proyecto COCACODO SINCLAIR, Estaciones Petroleras y demás empresas que se encuentran trabajando en el lugar.

### ***2.1.8 Servicios Básicos***

Las vías de comunicación de primer orden que conectan a la Ciudad de Quito, Baeza, Chaco, a adentrándose a la Amazonia El Coca, Shushufindi, Lago Agrio. Las cooperativas de transporte que dan servicio son: Transporte Baños, Transporte Loja, Transporte Putumayo, Transporte Esmeraldas, transporte Zaracay, Transporte Occidental.

Cerca del sitio de estudio a 20 minutos en parroquia Reventador se encuentra el Centro de Salud y Policía Nacional, que dan servicio de lunes a viernes, en la parte educativa tenemos Escuela y Colegio que se sitúan en la misma parroquia.

Cuentan con la energía eléctrica, línea telefónica, DIRECTV. En el sitio de estudio cuenta con un sistema de conducción de las aguas negras y aguas grises independiente que son vertidas directamente al Rio Reventador y un sistema entubado para el agua de consumo humano.



## **2.2 RED DE SISTEMAS DE AGUA ENTUBADA EN LA HOSTERÍA REVENTADOR**

La hostería el reventador cuenta con un sistema de agua entubada que comprende de una vertiente para consumo humano, teniendo en cuenta la captación, conducción, tanque y conexión para el consumo Humano. Fue construida en el año 2008 por sus propietarios, no cuenta con un estudio técnico en todo el sistema que abastece a la hostería.

### ***2.2.1 Concepto del Sistema de Agua Entubada***

#### ***2.2.1.1 Captación***

En la captación no se encuentra construido un tanque por las dificultades para construir por su topografía irregular y el difícil acceso al sitio, se ha puesto una breve capa de hormigón y se a instala directamente la manguera. El sitio de captación es netamente rocoso, el agua que sale, es muy transparente y tienes una temperatura de 25°C. Las precipitaciones no afectan de ninguna manera por lo tanto no enturbia el agua, por esta razón no hay desarenadores.

### ***2.2.1.2 Conducción***

La línea de conducción inicia desde la Vertiente denominada Reventador que aproximadamente tiene unos 250 metros con manguera en Polietileno dos Pulgada. Tiene topografía irregular hasta llegar al tanque de reserva.

### ***2.2.1.3 Tratamiento***

No existe ningún tipo de tratamiento en todo el sistema de abastecimiento, por lo general no hay mayores dificultades por las precipitaciones, posiblemente no hay contaminación biológica.

### ***2.2.1.4 Reservorio***

El tanque de reserva tiene 1.50 m de altura, en la base 1.20 m de ancho y en la parte superior tiene 1.60 m el material del tanque es de plástico. La capacidad del tanque es de 1000 litros, tiene entrada y salida y llaves de regulación, está cubierto por una tapa plástica para impedir la entrada de basura y la luz solar, aquí tampoco hay tratamiento. Ver anexo.

### **2.2.1.5 Red de Distribución o Conexiones**

El sistema de distribución cuenta al momento con unos 300 metros de manguera en polietileno, y PVC hay aproximadamente unas 50 conexiones que se encuentran en buenas condiciones.

### **2.3 POBLACIÓN BENEFICIARIA DEL SISTEMA DE AGUA ENTUBADA**

Actualmente la Hostería Reventador es la única beneficiada, dando servicio a las empresas que se hospedan en el lugar y turistas que llegan a este sector.

**TABLA 4.**Cuadro de número de beneficiarios

Habitantes	Turistas Pro/mensual	Turistas Pro/ Feriados
25	200	60

Realizado por: Robert Alvarado

## ***2.4 MATERIALES Y METODOLOGÍA APLICADA***

### ***2.4.1 Tipos de Investigación***

Durante el presente estudio planteado se ha estimado el tipo de investigación “descriptiva” y de campo porque se detalló todas las referencias de los hechos ocasionado durante el proceso como son: diagnóstico de la situación de todo el sistema, el proceso de la distribución de agua y la recolección de muestras de agua con el protocolo para el análisis de laboratorio.

La investigación es casi experimental por la manera establecida y ejecutada durante el muestreo, análisis en el laboratorio y determinación de los parámetros físico químicos como: (pH, Conductividad, Turbidez, Color, Alcalinidad Total, Alcalinidad Fenolftaleína, Bicarbonatos, Carbonatos, Hidroxilos, Dureza Total, Dureza Cálcica, Dureza Magnésica, Calcio, Magnesio, Hierro, Cloruros, Fosfatos, Sulfatos, Nitritos, Nitratos, Solidos Totales Disueltos, Solidos Suspendidos). Biológicos (Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Levaduras).

Por la interpretación de los resultados, la investigación es documental.

### *2.4.2 Métodos de Estudio*

El método que se ha empleado pertenece a un inductivo, dentro de este está la observación, el mismo que permite analizar e interpretar los resultados del laboratorio. Mediante un ordenado, coherente y lógico para enfocar, mediante el diagnóstico la problemática actual de todos los componentes del sistema de distribución de agua en la Hostería Reventador.

El método deductivo, tiene tres pasos; Observación, Formulación de hipótesis y Verificación o contrastación de las hipótesis, en este caso se utilizó la observación la que facilitó realizar un análisis explicativo de cada uno de los parámetros de agua, mediante los datos obtenidos en el laboratorio.

El método de análisis, me permitió realizar un estudio comparativo entre los resultados obtenidos en el laboratorio y la norma INEN requisitos para agua potable y de consumo humano.

### ***2.4.3 Técnicas aplicadas***

En el presente estudio se utilizó como herramienta de apoyo las siguientes técnicas:

**Técnica de observación**, me permitió obtener la información directa e inmediata sobre la realidad actual de los componentes del agua entubada de la Hostería Reventador.

**El muestreo**, nos facilitó tomar muestras puntuales en la vertiente y el sistema, cumpliendo así con el protocolo establecido en el manual, facilitado por la norma INEN para efectuar todo tipo de muestreos, el procedimiento guiado logro obtener ejemplares significativamente apropiados para llevar al laboratorio.

**La lectura comprensiva**, es una de las técnicas fundamentales que permite obtener información de las diferentes fuentes, para plasmar con claridad los conceptos y procesos que se desarrollaron durante el estudio, además facilita la interpretación con una visión analítica y objetiva de los resultados obtenidos en el laboratorio.

#### ***2.4.4 Materiales Utilizados***

Los materiales que se utilizaron en el muestreo de tipo puntual o in situ en el presente estudio de acuerdo a establecimiento del manual para análisis de agua según la norma INEN, es obligatorio con la finalidad de que el proceso de análisis no se alteren los parámetros a evaluar en el laboratorio.

##### ***2.4.4.1 Materiales Utilizados Durante el Muestreo***

- ✚ Libreta de campo.
- ✚ Envases plásticos estériles 120 ml con tapa con doble tapa la exterior con rosca.
- ✚ EPP adecuado (guantes quirúrgicos, mandil, mascarilla).
- ✚ Hielo para mantener refrigerado la muestra.
- ✚ Cinta de seguridad.
- ✚ Transporte para movilización durante el muestreo y traslado hasta el laboratorio.

#### *2.4.4.2 Materiales de Oficina*

- ✚ Cámara fotográfica
- ✚ Computadora, impresora, flash memory
- ✚ Bolígrafo y lápiz,
- ✚ Hojas de papel bond
- ✚ Tablas de la norma INEN
- ✚ Mobiliarios

#### *2.5 Métodos in situ para Toma de Datos*

Previo al estudio, se realizó un recorrido para la verificación de los puntos de muestreos el día viernes 20 de diciembre del 2013, con el Ing. José Amaguay propietario de la Hostería Reventador.

##### *2.5.1 Selección de los Puntos de Muestreo*

Para la determinación de los puntos de muestreo era necesario el dialogo con el propietario con el objetivo de informar, el estudio que se iba a realizar en el sistema de agua entubada.



A continuación se detallar los puntos de muestreo.

**TABLA 5.**Características de los puntos de muestreo.

Nombre de la Vertiente		Coordenadas			Agua de Consumo H.	Características del Lugar
		Latitud	Longitud	Altitud m.s.n.m.		
Vertiente denominada Reventador	M1 Captación	0211185	9988884	1476	SI	Plantas endémicas del lugar
	M2 Tanque	0211390	9988819	1438	SI	Tanque de reserva material plástico
	M3 Grifo	0211390	9988742	1422	SI	Grifo de consumo

Elaborado por: Robert Alvarado

### 2.5.2 Toma de Muestras

El objetivo de la toma de muestra es la obtención de una porción del caudal cuyo volumen sea adecuado para facilitar el traslado y manipulado en el laboratorio, con la finalidad de mantener la representatividad adecuada que requiere durante el proceso de análisis. Para efecto se consideró realizar el muestreo de manera manual y puntual para la vertiente y reservorio y la llave de consumo.

### ***2.5.2.1 Muestreo Manual***

Se realizó el muestreo manual con el protocolo establecido en el manual de la norma INEN, y con un mínimo de equipo, donde los materiales utilizados no fueron de alto costo.

### ***2.5.2.2 Muestra Puntual***

En los tres puntos de muestreo se realizó el muestreo puntual con la finalidad de obtener muestras representativas con las cualidades apropiadas para el traslado y análisis en el laboratorio.

### ***2.5.2.3 Recipientes para las Muestras***

Los recipientes utilizados para la recolección de las muestras, deben ser envases estériles para análisis biológico con la finalidad de tener resultados concretos y con mayor claridad y envases no estériles, pero limpios para realizar análisis físico-químico.

### ***2.5.3 Control y Vigilancia de las Muestras***

El siguiente procedimiento resume los principales aspectos de control y vigilancia de las muestras.

#### ***2.5.3.1 Etiquetado***

Para prevenir la confusión en la identificación de las muestras, se procedió a marcar con una tinta a prueba de agua cada muestra poniendo M1 (muestra) y el número a la que pertenece, nombre del recolector fecha y hora.

#### ***2.5.3.2 Transporte***

El transporte también es de suma importancia, y este se hizo con una cubeta refrigerante con hielo y bien tapado para que no se alteren las muestras.

### ***2.5.3.3 Recepción y Análisis***

Las muestras llegaron al laboratorio con una tabla de parámetros a analizar realizado por el Centro de Investigación de Control Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional y el resto de parámetros se completó por el personal del Laboratorio Wascorp S.A. donde se incluye el nombre de la empresa número de muestras, fecha de recepción y los parámetros a ser analizados.

Se inspeccionó las condiciones de las muestras, y se revisó la información de la etiqueta, para registrar en el libro del laboratorio, luego se guardó en el cuarto de almacenamiento de muestras hasta que se asigne a ser analizadas.

## ***2.6 Determinación del Caudal de la Vertiente del Agua***

Determinar la cantidad de agua, facilita una información de la disponibilidad de agua y de su calidad, para ello existe numerosas metodologías, en este caso se explica el método volumétrico, que consiste colocar un balde graduado en el lugar de salida del agua y con la ayuda de un cronometro tomar el tiempo que se tarda en llenar dicho recipiente, medir por lo menos 3 veces. Con los datos obtenidos se aplica la fórmula para la determinación del caudal correspondiente:

$$Q=V/T$$

Donde:

Q=Caudal

V=Capacidad del Recipiente (litros)

T=Tiempo (segundos)

### Cálculo

**TABLA 6.** Cálculo del caudal de la entrada de agua tanque y salida en el grifo.

M 2 Tanque	M 3 Grifo
1ra. M 21.75 Seg. 2da. M 22.23 Seg. 3ra. M 21.91 Seg. 65.89 Seg./3 Mediciones Igual 21.96 Seg. Recipiente= 4 Lts. Q=V/T Q=4 Lts./ 21.96 Seg.= 0.18 Lts./Seg. <b>R</b>	1ra. M 3.99 Seg. 2da. M 3.82 Seg. 3ra. M 3.95 Seg. 11.76 Seg./3 Mediciones Igual 3.92 Seg. Recipiente= 15 Lts. Q=V/T Q=15 Lts./ 3.92 Seg.= 3.82Lts./Seg. <b>R</b>

Elaborado por: Robert Alvarado.

**TABLA 7.** Medición del caudal de consumo.

Nombre de la vertiente	Nº	Fecha de medición del caudal	CAUDAL
Vertiente denominada reventador	Muestra2 Tanque	9 de Mayo del 2014	3.82 L/seg
	Muestra3 Grifo	9 de Mayo del 2014	0,18L/seg

*Elaborado por: Robert Alvarado*

## 2.7ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

## **RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LA VERTIENTE DENOMINADA REVENTADOR**

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO, EN LA HOSTERÍA REVENTADOR, PARROQUIA REVENTADOR, CANTÓN GONZALO PIZARRO PROVINCIA DE SUCUMBÍOS, PERÍODO 2013-2014”.**

Al revisar la tabla 7 resultados de análisis físico-químico y biológico mediante la observación e interpretación de resultados del laboratorio, se puede dar a conocer el pH, Conductividad, Turbidez, Color, Alcalinidad total, Alcalinidad fenolftaleína, Bicarbonatos, Carbonatos, Hidroxilos, Dureza cálcica, Dureza magnésica, Calcio, Hierro, Cloruros, Fosfato, Sulfato, Nitratos, Sólidos totales disueltos, Sólidos suspendidos. Están dentro de los límites deseables y cumplen con la Norma Técnica INEN 1108. En la parte más alta de vertiente no está intervenida por actividades antropogénica por la cual no hay contaminación por esta actividad.

En el caso Dureza total, Magnesio, Nitritos, sobrepasa en un mínimo, los límites permisibles que estipula la Norma Técnica INEN por el mismo motivo de que es una vertiente que pasa dentro de las rocas filtrándose y recogiendo minerales en su recorrido.

**TABLA 8. Resultados de análisis físicos-químicos y biológicos**

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO						
PARÁMETRO	UNIDADES	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	LIMITE DESEABLE	NORMA INEN 1108
pH	.....	6,88	6,91	6,9	7-8,5	6,5-9,5
Conductividad	µs./cm	907	892	892	**	**
Turbidez	FTU	0,36	0,55	0,47	5	5
Color	U.Pt-Co	4	5	4	5	15
Alcalinidad total	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	160,128	170,136	155,124	**	**
Alcalinidad fenolftaleína	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	0	0	0	**	**
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> )	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	160,128	170,136	155,124	**	**
Carbonatos (CO <sub>3</sub> =)	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	0	0	0	**	**
Hidroxilos (OH <sup>-</sup> )	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	0	0	0	**	**
Dureza total	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	285,59	305,28	320,06	120	300
Dureza cálcica	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	98,48	123,1	137,87	**	**
Dureza magnésica	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	187,11	182,19	182,19	**	**
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	mg/L	39,55	49,44	55,37	30	70
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	mg/L	45,64	44,44	44,44	12	30
Hierro (Fe <sup>++</sup> )	mg/L	0	0	0	0,2	0,8
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	14,56	16,99	16,99	50	250
Fosfato (PO <sub>4</sub> ---)	mg/L	6,86	3,05	1,35	**	**
Sulfato (SO <sub>4</sub> =)	mg/L	121	123	118	50	200
Nitritos (NO <sub>2</sub> -)	mg/L	2	6	8	0	0
Nitratos (NO <sub>3</sub> -)	mg/L	0,8	0,7	0,7	10	40
Sólidos totales disueltos		455	445	446	500	1000
Sólidos suspendidos		3	2	3	**	**

Elaborado por: Robert Alvarado

\*\*= no se encuentra especificado en la norma INEN 1108 (2011) Requisito para agua potable.

Cuadros de color rojos, estos parámetros sobrepasan los límites permisibles.

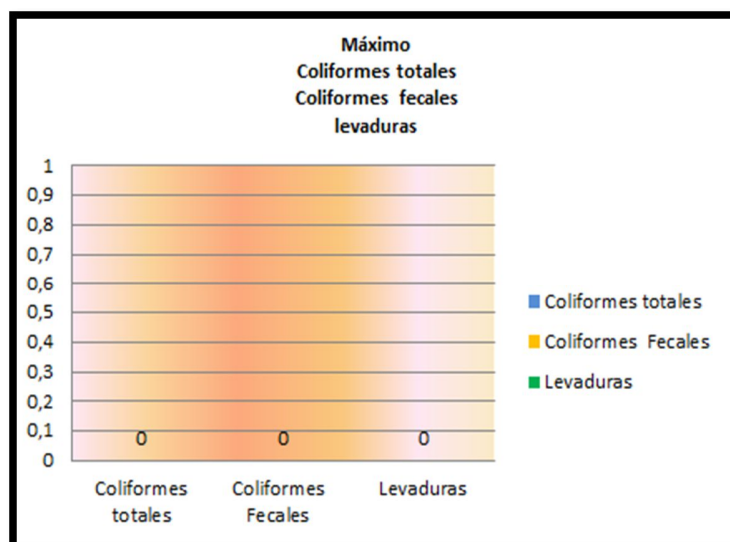
**TABLA 9.** Análisis microbiológico, para la elaboración de un sistema de tratamiento, en la Hostería Reventador, Parroquia Reventador, Cantón Gonzalo Pizarro Provincia de Sucumbíos, período 2013-2014”.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		NORMA INEN 1108
PARÁMETRO	MUESTRA 1-2-3	Máximo
Coliformes totales	0	< 2*
Coliformes fecales	0	< 2*
Levaduras	0	

*Elaborado Por: Robert Alvarado*

### INTERPRETACIÓN BIOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO, EN LA HOSTERÍA REVENTADOR.

**GRÁFICO 3.** Resultados Coliformes fecales, Coliformes totales y Levaduras.





- **Coliformes Totales** El valor obtenido en la Muestra 1;2;3 en el punto de captación es de cero NMP/100ml.

En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo permisible es de  $< 2^*$  NMP/100ml. Los valores obtenidos cumplen con los límites permisibles.

- **Coliformes Fecales** El valor obtenido en la Muestra 1;2;3 en el punto de captación es de cero NMP/100ml.

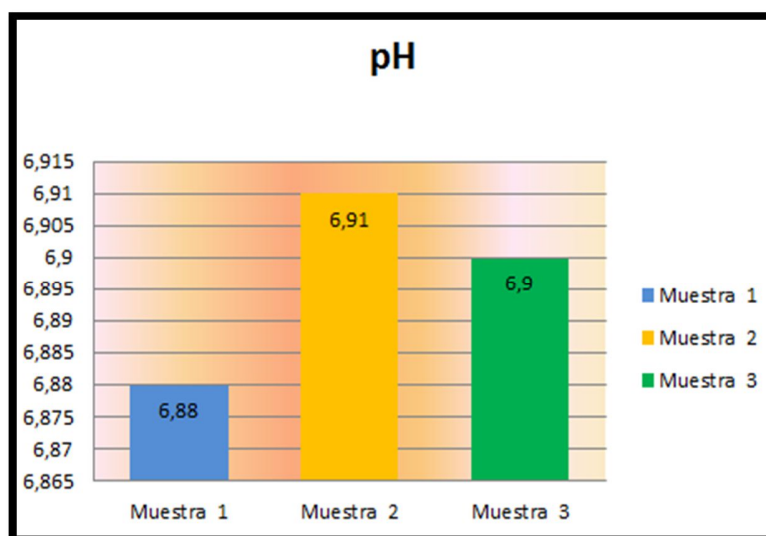
En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo permisible es de  $< 2^*$  NMP/100ml. Los valores obtenidos cumplen con los límites permisibles.

- **Levaduras** El valor obtenido en la Muestra 1;2;3 en el punto de captación es de cero NMP/100ml.

Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la normativa técnica legal INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

## INTERPRETACIÓN FÍSICO-QUÍMICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO, EN LA HOSTERÍA REVENTADOR

GRÁFICO 4. Resultado pH, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.

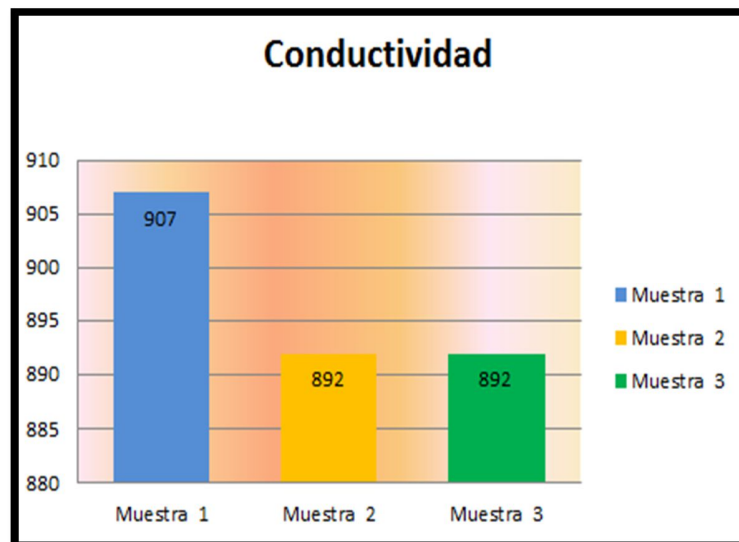


- **pH.** El valor obtenido en la Muestra 1, es el punto de captación es de 6,88.
- **pH.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 6,91.
- **pH.** El valor obtenido y en la Muestra 3 que es el grifo de consumo 6,91

En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo permisible es de 6,5-9,5 los valores obtenidos cumplen con los límites permisibles.

El pH es uno de los indicadores de la alcalinidad y la acides del agua. Están representados por sus contenidos en carbonato y bicarbonato los hidróxidos, boratos, silicatos, fosfatos. Las aguas de pH menor de 6,5 son corrosivas, por la presencia del anhídrido carbónico, ácidos o sales que tienen en disolución.

**GRÁFICO 5.** Resultado Conductividad, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.

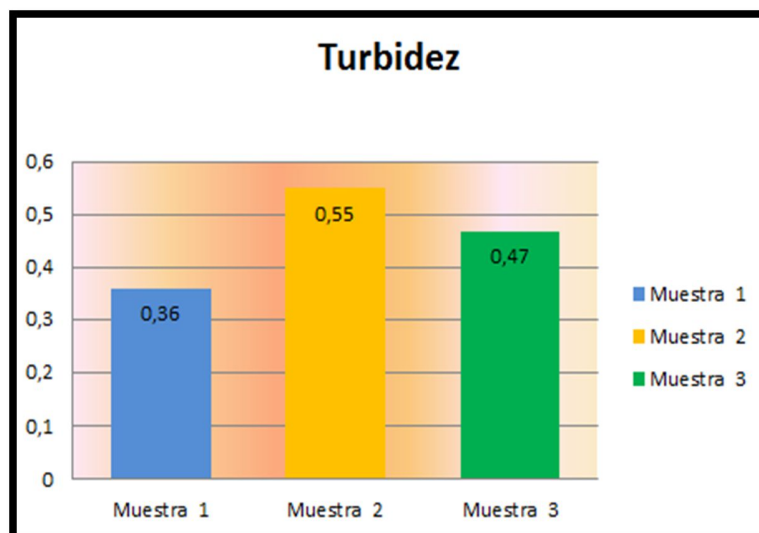


- **Conductividad.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de  $907 \mu\text{s}/\text{cm}$ , (microSiemens/cm).
- **Conductividad.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de  $892 \mu\text{s}/\text{cm}$ .

- **Conductividad.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 892  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la normativa técnica legal INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

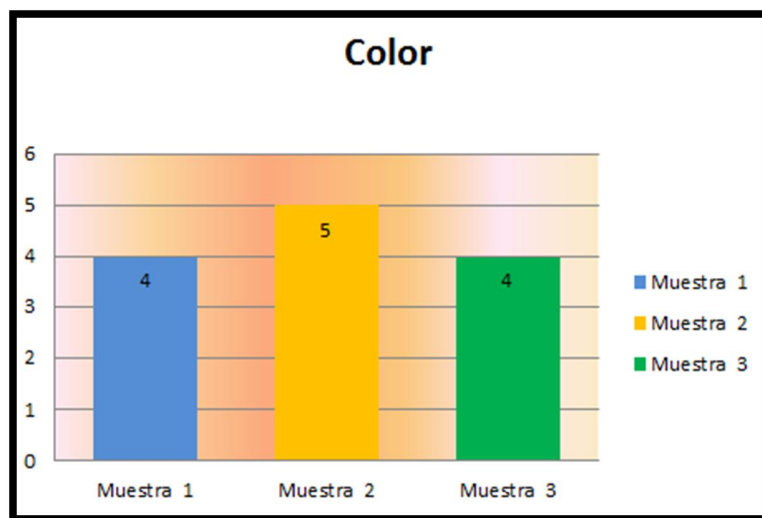
**GRÁFICO 6.** Resultado Turbidez, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Turbidez.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 0,36 FTU.
- **Turbidez.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 0,55 FTU.
- **Turbidez.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 0,47 FTU.

En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo permisible es de 5,0 FTU los valores obtenidos cumplen con los límites permisibles, agua es destinada para consumo humano.

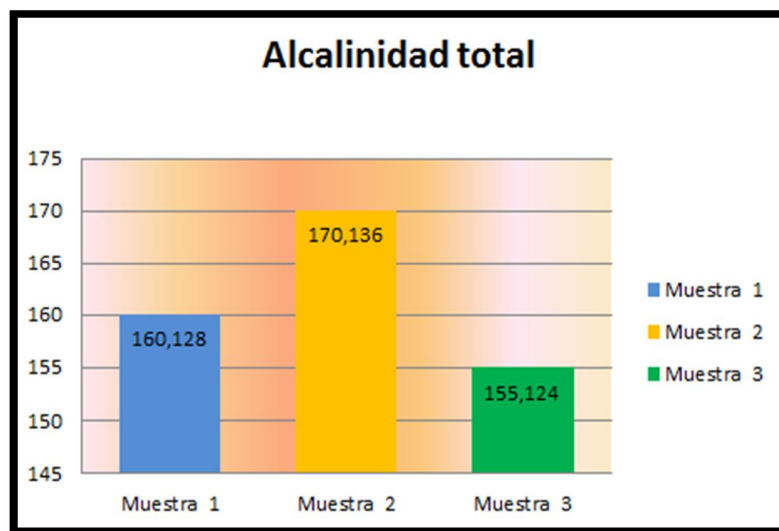
**GRÁFICO 7.** Resultado Color, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Color.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 4U.Pt-Co.
- **Color.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 5 U.Pt-Co.
- **Color.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 4 U.Pt-Co.

En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo permisible es de 15,0U.Pt-Co los valores obtenidos cumplen con los límites permisibles ya que el agua es destinada para consumo humano.

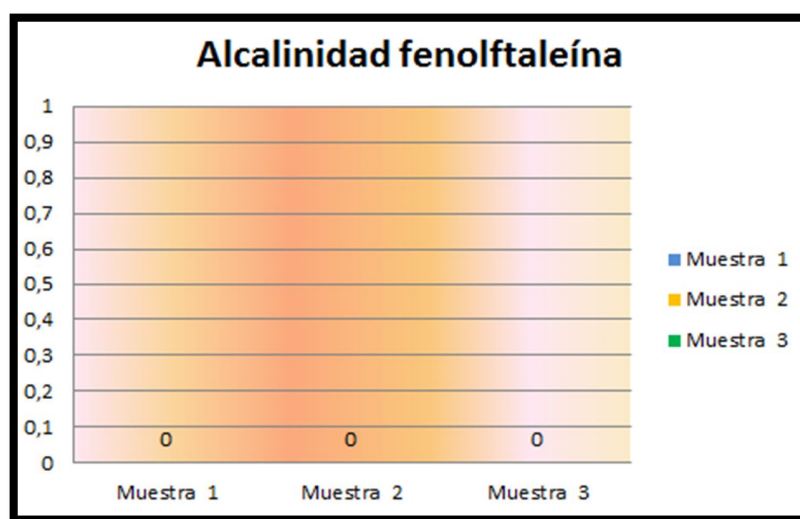
**GRÁFICO8.** Resultado Alcalinidad Total, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Alcalinidad total.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 160,128 mg/l
- **Alcalinidad total.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 170,136 mg/l.
- **Alcalinidad total.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 155,124 mg/l.

Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la normativa técnica legal INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

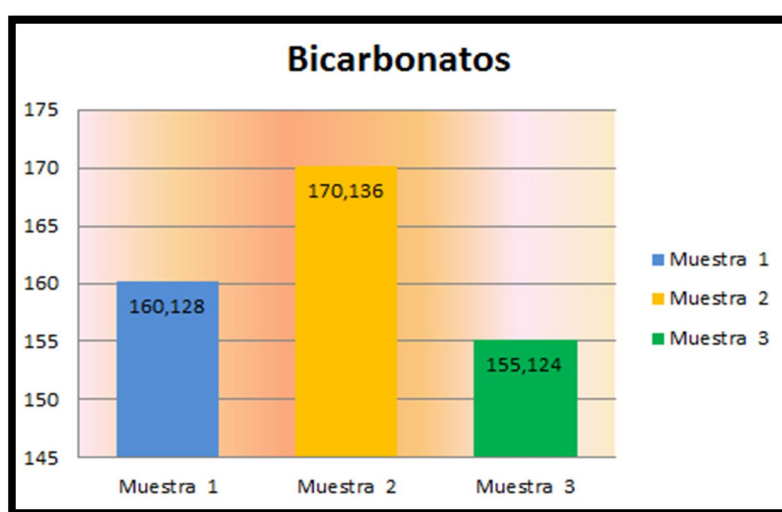
**GRÁFICO 9.** Resultado Alcalinidad Fenolftaleína, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Alcalinidad fenolftaleína.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 0 mg/l.
- **Alcalinidad fenolftaleína.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 0 mg/l.
- **Alcalinidad fenolftaleína.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 0 mg/l.

Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la normativa técnica legal INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

**GRÁFICO 10.** Resultado Bicarbonato, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.

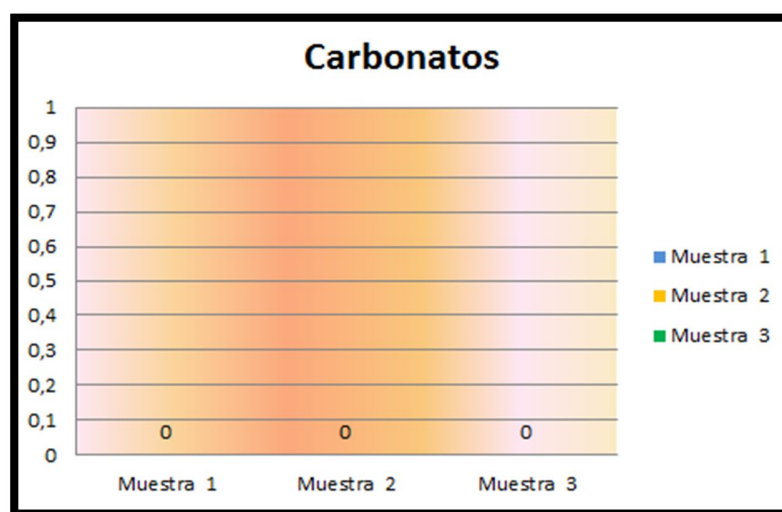


- **Bicarbonatos.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 160,128 mg/l.
- **Bicarbonatos.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 170,136 mg/l.
- **Bicarbonatos.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo es de 155,124 mg/l.



Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la normativa técnica legal INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

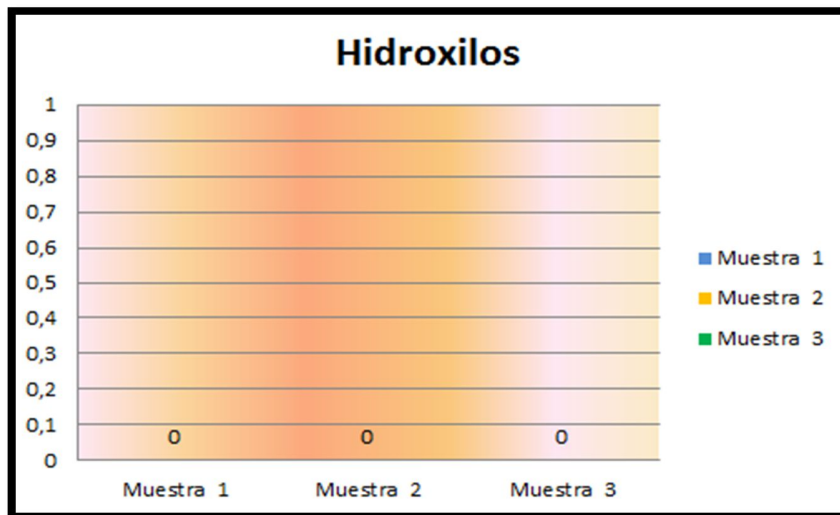
**GRÁFICO 11.** Resultado Carbonatos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Carbonatos.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 0 mg/l.
- **Carbonatos.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 0 mg/l.
- **Carbonatos.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 0 mg/l.

Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la normativa técnica legal INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

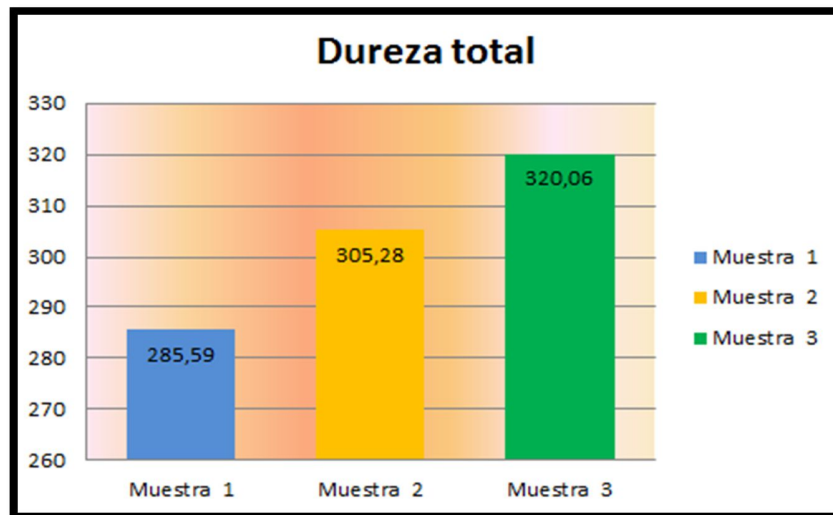
**GRÁFICO 12.** Resultado Hidroxilos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Hidroxilos.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 0 mg/l.
- **Hidroxilos.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 0 mg/l.
- **Hidroxilos.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 0 mg/l.

Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la normativa técnica legal INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

**GRÁFICO 13.** Resultado Dureza Total, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.

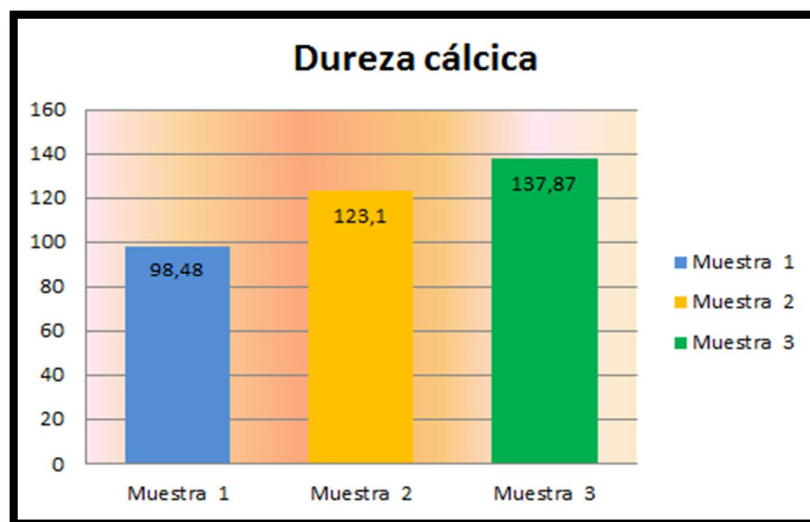


- **Dureza total.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 285,59 mg/l.
- **Dureza total.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 305,28 mg/l.
- **Dureza total.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 320,06 mg/l.

En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo **permisible es de 300,0 mg/lal** hacer el análisis interpretativo los valores obtenidos en la primera muestra cumple con la norma.

Pero la segunda y tercera muestra no cumple con los límites permisibles que establece la norma INEN por que sobrepasa en una pequeña cantidad.

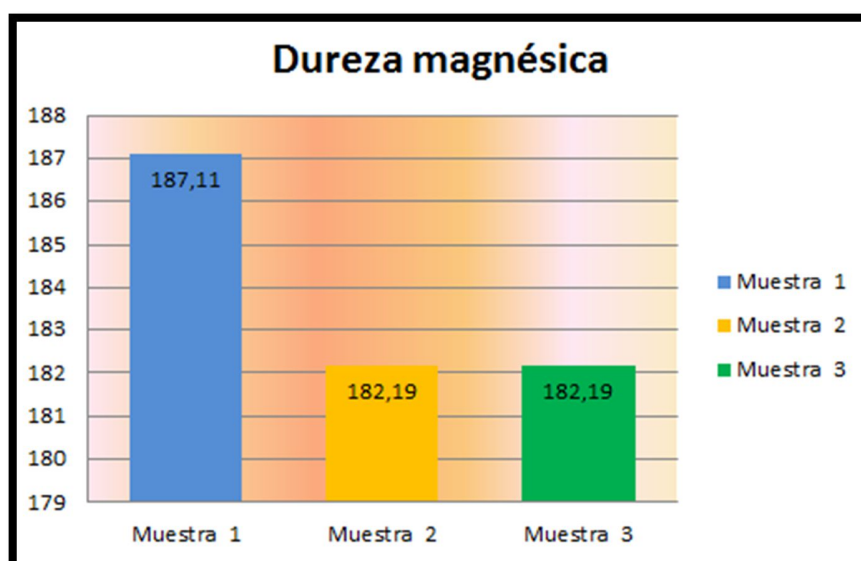
**GRÁFICO 14.** Resultado Dureza Cálctica, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Dureza cálcica.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 98,48 mg/l.
- **Dureza cálcica.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 123,10 mg/l.
- **Dureza cálcica.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 137,87 mg/l.

Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la normativa técnica legal INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

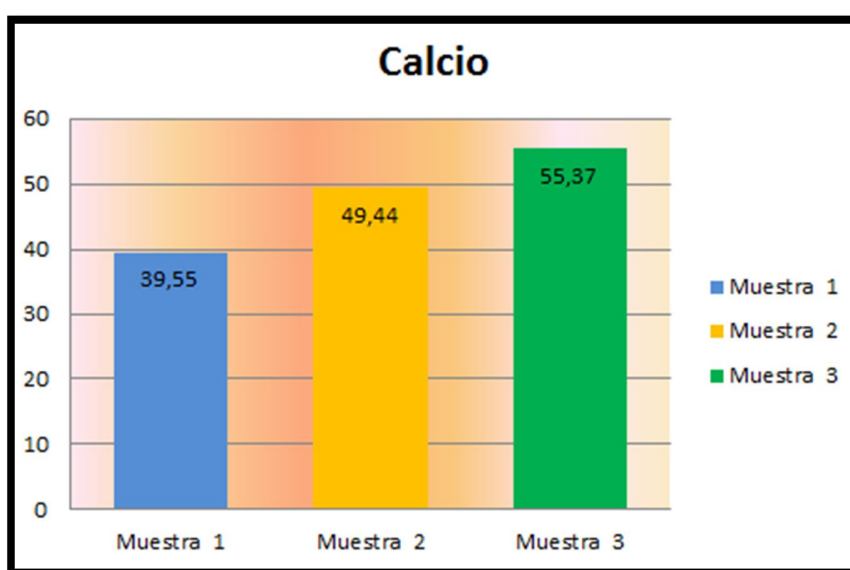
**GRÁFICO 15.** Resultado Dureza Magnésica, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Dureza magnésica.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 187,11 mg/l.
- **Dureza magnésica.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 182,19 mg/l.
- **Dureza magnésica.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 182,19 mg/l.

Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la normativa técnica legal INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

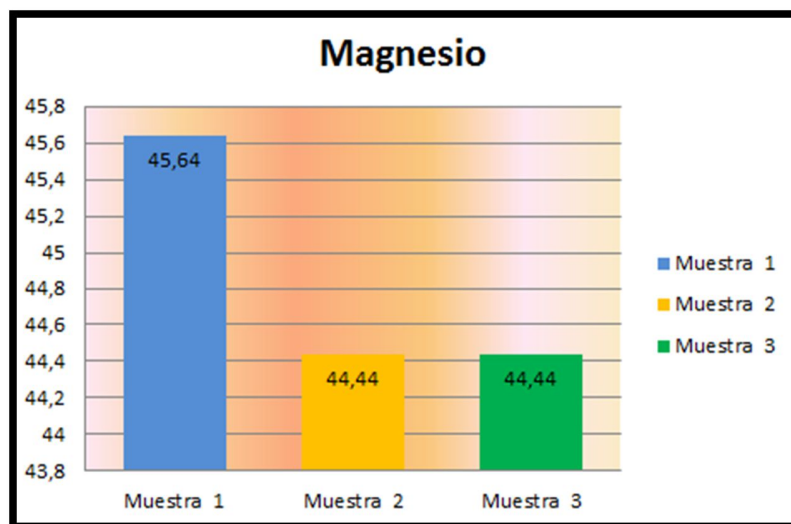
**GRÁFICO 16.** Resultado Calcio, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Calcio.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 39,55 mg/l.
- **Calcio.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 49,44 mg/l.
- **Calcio.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 55,37 mg/l.

En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo permisible es de **70,0 mg/l** los valores obtenidos cumplen con los límites permisibles ya que el agua es destinada para consumo humano.

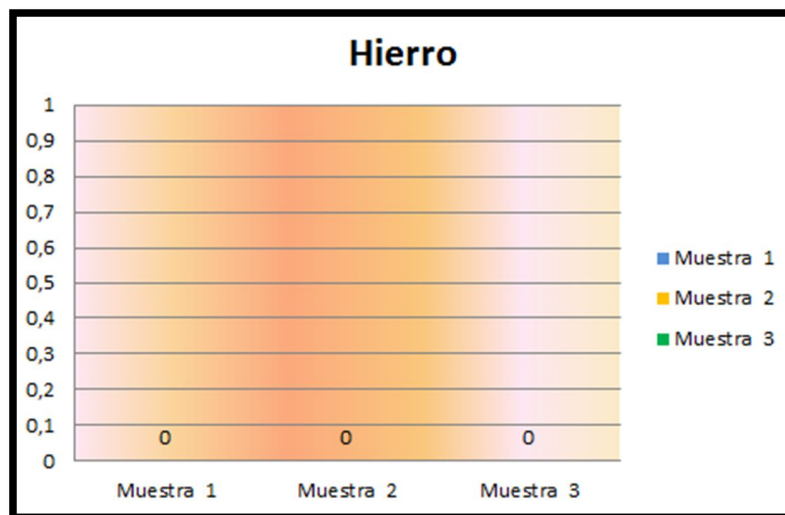
**GRAFICO 17** Resultado Magnesio, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Magnesio.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 45,64 mg/l.
- **Magnesio.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 44,44 mg/l.
- **Magnesio.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 44,44 mg/l.

En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo **permisible es de 30,0** mg/l lo que significa que los valores obtenidos en la M1, M2, M3 no cumplen con los límites permisibles que establece la norma Ecuatoriana para agua de consumo humano.

**GRÁFICO 18.** Resultado Hierro, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.

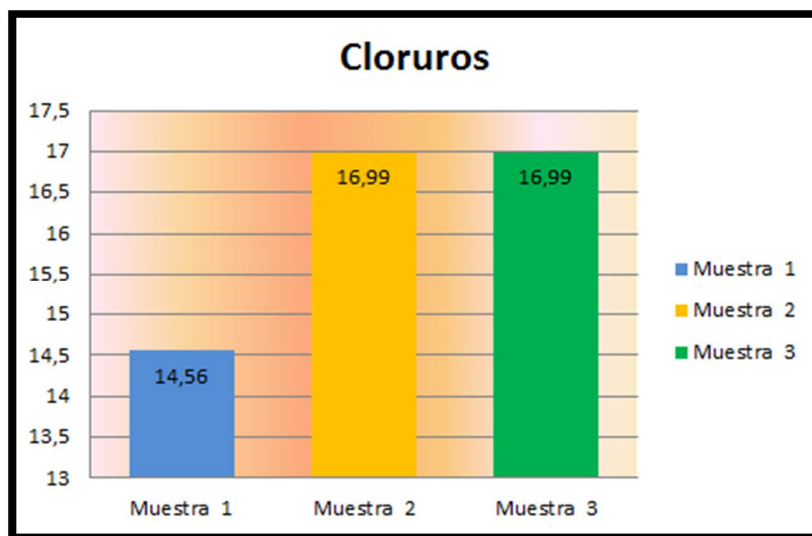


- **Hierro.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 0 mg/l.
- **Hierro.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 0 mg/l.
- **Hierro.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 0 mg/l.



En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo permisible es de 0,8 mg/l. Los valores obtenidos cumplen con los límites permisibles ya que el agua es destinada para consumo humano.

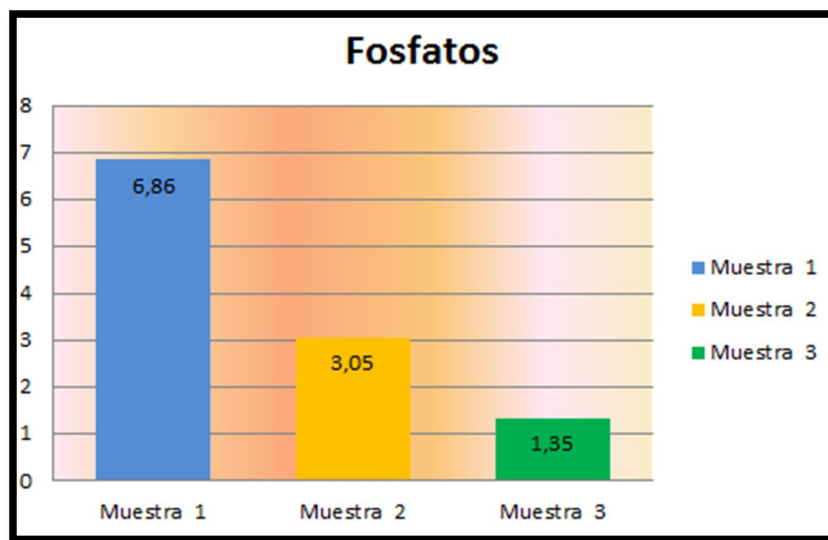
**GRÁFICO 19.** Resultado Cloruros, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Cloruros.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 14,56 mg/l.
- **Cloruros.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 16,99 mg/l.
- **Cloruros.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 16,99 mg/l.

En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo permisible es de 250,0 mg/l los valores obtenidos cumplen con los límites permisibles ya que el agua es destinada para consumo humano.

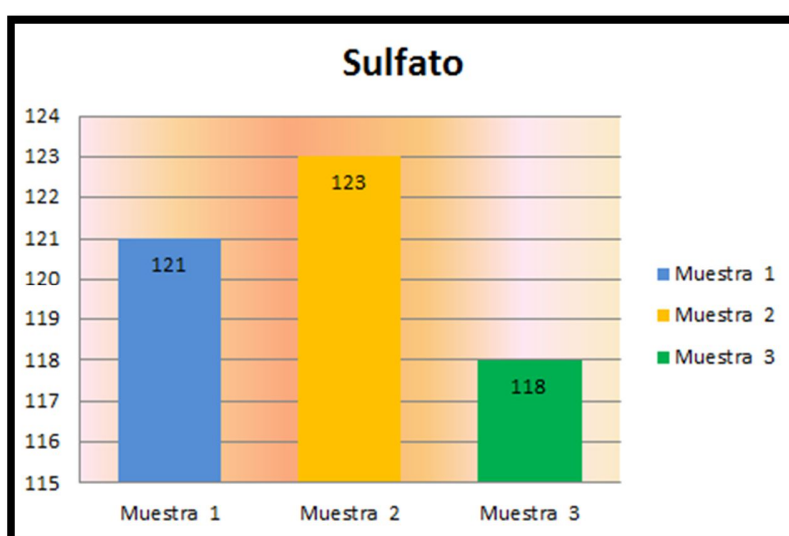
**GRÁFICO 20.** Resultado Fosfatos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Fosfato.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 6,86mg/l.
- **Fosfato.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 3,05 mg/l.
- **Fosfato.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 1,35 mg/l

Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la normativa técnica legal INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

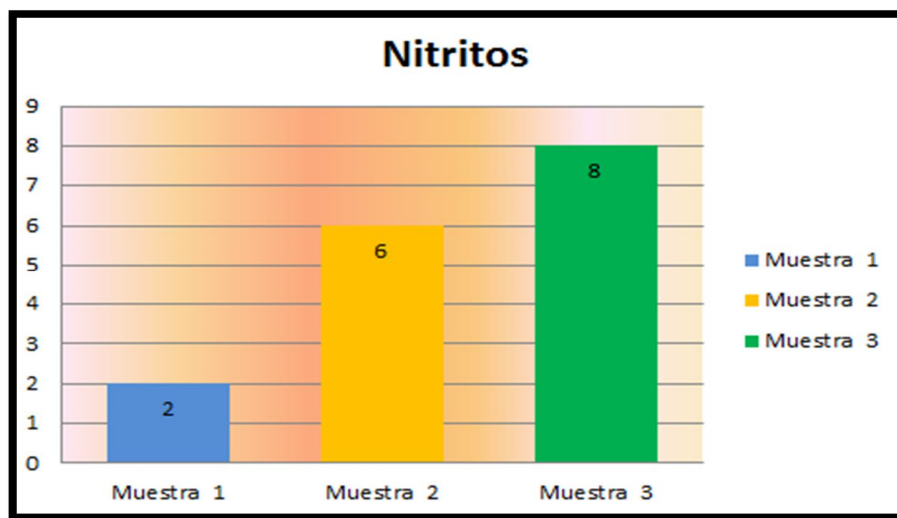
**GRAFICO 21.** Resultado Sulfatos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Sulfato.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 121 mg/l.
- **Sulfato.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 123 mg/l.
- **Sulfato.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 118 mg/l.

En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo permisible es de 200,0 mg/l. Lo que significa que los valores obtenidos cumplen con los límites permisibles.

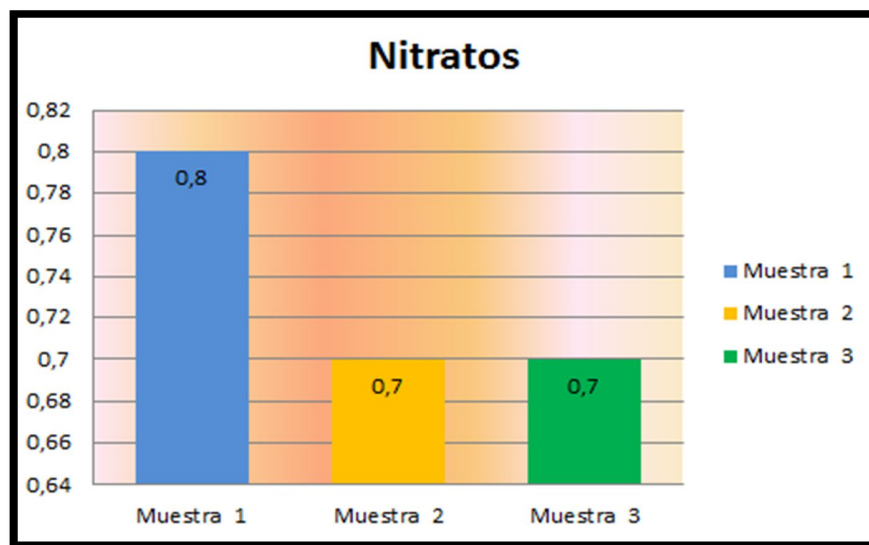
**GRÁFICO 22.** Resultado Nitritos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Nitritos.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 2mg/l.
- **Nitritos.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 6 mg/l.
- **Nitritos.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 8 mg/l.

La normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo permisible es de **0,0 mg/l**. Lo que significa que los valores obtenidos en la M1, M2, M3, no cumplen con la normativa.

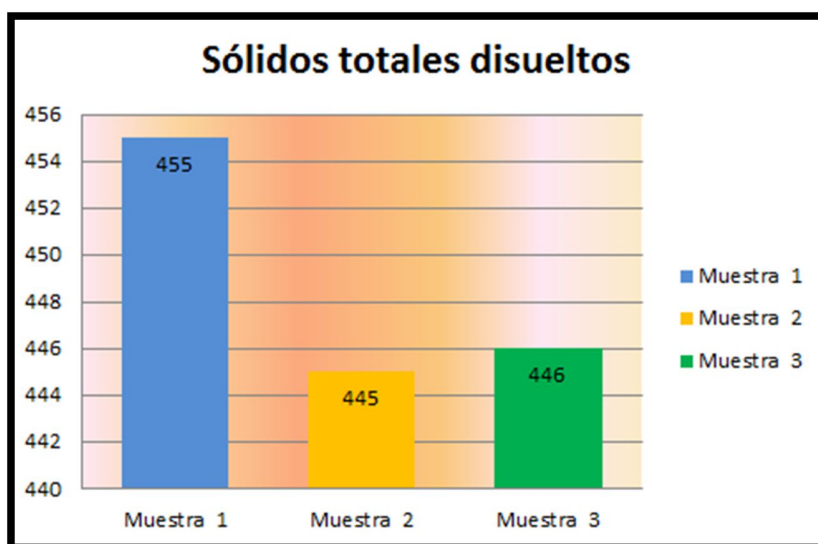
**GRÁFICO 23.** Resultado Nitratos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Nitratos** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 0.8 mg/l.
- **Nitratos** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 0,7 mg/l.
- **Nitratos** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 0,7 mg/l.

En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo permisible es de 40,0 mg/l lo que significa que los valores obtenidos si cumplen con los parámetros permisibles.

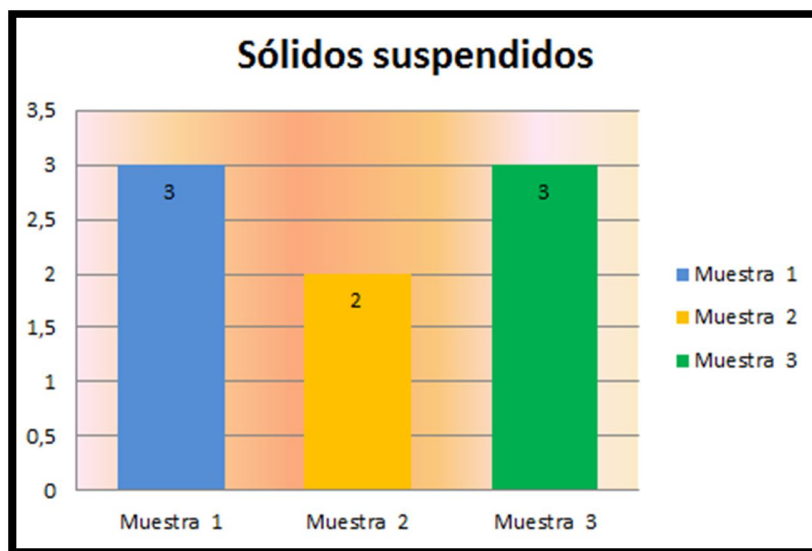
**GRÁFICO 24.** Resultado Sólidos Totales Disueltos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Sólidos totales disueltos.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 455 mg/l.
- **Sólidos totales disueltos.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 445 mg/l.
- **Sólidos totales disueltos.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo 446 mg/l.

En la normativa técnica legal INEN 1108 (2011) especifica que el parámetro máximo permisible es de 1000,0 mg/l los valores obtenidos cumplen con los límites permisibles ya que el agua es destinada para consumo humano.

**GRÁFICO 26.** Resultado Solidos Suspendidos, para la Elaboración de un Sistema de Tratamiento, en la Hostería Reventador.



- **Sólidos suspendidos.** El valor obtenido en la Muestra 1 que es el punto de captación es de 3 mg/l.
- **Sólidos suspendidos.** El valor obtenido en la Muestra 2 que es el tanque de distribución es de 2 mg/l.
- **Sólidos suspendidos.** El valor obtenido en la M3 que es el grifo de consumo es de 3 mg/l.

Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la normativa técnica legal INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

**TABLA 10. Promedio de la Dureza Permanente.**

Parámetro	M1	M2	M3	Promedio	Unidad
Cloruros	14,56	16,99	16,99	<b>16,18</b>	mg/L
Fosfatos	6,86	3,05	1,35	<b>3,42</b>	mg/L
Sulfatos	121	123	118	<b>120,66</b>	mg/L
Nitratos	0,8	0,7	0,7	<b>0,53</b>	mg/L



## CAPITULO III

### 3. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

De acuerdo con la interpretación de los resultados de análisis de laboratorio, se pudo notar la presencia de magnesio, dureza total y nitrito, estos parámetros no cumplen con la normativa, mismo que serán los parámetros a tomar en cuenta para la propuesta de tratamiento.

**Tema:** Ablandamiento del agua mediante la aplicación de cal SODA antes del reservorio, en la Hostería Reventador

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta una propuesta de ablandamiento del agua mediante la utilización de cal SODA (hidróxido de sodio) para mejorar la calidad de agua de consumo humano y con esto cumplir con el tercer objetivo planteado; propuesta en la cual se contemplan los elementos y métodos que ayudaran al ablandamiento del agua utilizada para consumo humano, con el propósito de cumplir con los estándares

establecidos en la normativa ambiental vigente y aplicable que rige en todo el territorio Ecuatoriano Norma INEN 1108, y la finalidad de evitar problemas de salud directos e indirectos a consecuencia de la utilización de agua en la de las personas que viven y visitan la hostería.

## **3.2 OBJETIVOS**

### **3.2.1 OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar una propuesta de ablandamiento de aguas mediante la utilización de cal SODA (hidróxido de sodio).

### **3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Ablandar el agua de consumo humano en la Hostería el Reventador.
- Cumplir con normativa vigente y aplicable que rige en todo el territorio Ecuatoriano Norma INEN 1108. Que aplica para aguas de consumo humano.

### **3.3 SISTEMAS DE ABLANDAMIENTO DE AGUA**

#### **3.3.1 ABLANDAMIENTO CON CAL/SODA**

La dureza excesiva en el agua es un factor indeseable para muchos usos del agua. Desde el punto de vista sanitario no existe una opinión general a este respecto. Algunos mencionan que el exceso de dureza en el agua causa problemas en el sistema circulatorio. Otros consideran lo contrario e indican que donde se consume agua de baja dureza, es mayor la incidencia de enfermedades de este tipo.

La Organización Mundial de la Salud así como la EPA, La Secretaría de Salud y otras agencias reguladoras, no establecen ningún parámetro máximo, ya que concluyen que no hay relación entre daños a la salud el exceso de dureza en el agua.

Por lo tanto, un usuario o consumidor, puede tener la certeza que el agua es segura, independientemente del contenido de calcio y magnesio. Sin embargo la dureza, desde el punto de vista de cualidades y características del agua potable, es el principal problema en su uso y aplicaciones, ya que se ha estimado que un 80% de las quejas de los usuarios del agua reportan problemas causados por el alto contenido de sales de calcio y magnesio.

La formación de sarro en tuberías industriales y domésticas, los problemas en equipos de enfriamiento con agua y el uso de estas aguas en calderas y calentadores, demandan un tratamiento previo en el agua con excesiva dureza.

### **3.3.2 MEDIOS DE DISMINUCIÓN DE LA DUREZA**

#### **Ablandamiento en frío o en caliente**

Ablandamiento por intercambio iónico: Una de las formas más convenientes y prácticas de remover la dureza en el agua, es por medio del uso de resinas intercambiadoras de iones en ciclo sódico.

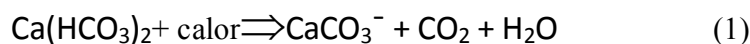
Este tratamiento ya ha sido descrito anteriormente y consiste del paso del agua a través de una cama o lecho de resina sintética, que tiene en su superficie iones sodio que están dispuestos a intercambiarse por otro catión que tienen mayor afinidad por los grupos funcionales de la resina, como lo es el calcio  $\text{Ca}^{+2}$  y el magnesio  $\text{Mg}^{+2}$ . Una vez que la resina se satura y no tiene más sitios disponibles para intercambio, ésta se regenera y el ciclo se inicia nuevamente.

Si el volumen de agua a tratar no es muy grande, el uso de las resinas es la mejor opción, pero si el consumo de agua es excesivamente grande, por ejemplo: el que

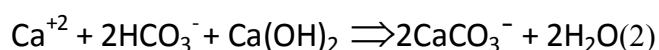
pudiera tener una planta Municipal de agua potable, otra opción a considerar sería la precipitación química de calcio y magnesio.

**Precipitación química:** El carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$  y el hidróxido de magnesio  $\text{Mg(OH)}_2$  son sales sumamente insolubles, por lo que precipitan fácilmente. El calcio y el magnesio en el agua, generalmente se encuentran en forma de bicarbonatos, los cuales son solubles.

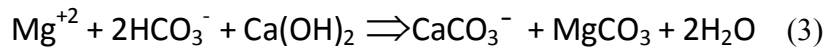
Cuando el agua se calienta (por ejemplo en una caldera), o cuando se evapora al medio ambiente (por ejemplo en un plato húmedo que se deja secar), los bicarbonatos de calcio cambian a carbonatos y precipitan formando un sarro



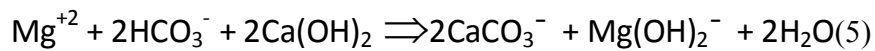
Esta particularidad es precisamente la empleada en el proceso de ablandamiento cal-soda. Para convertir los bicarbonatos de calcio y de magnesio a formas químicas menos solubles se agrega cal viva ( $\text{CaO}$ ) ó cal apagada [ $\text{Ca(OH)}_2$ ] y el bicarbonato de calcio se transforma a carbonato de calcio.



Mientras que el magnesio precipita como hidróxido de magnesio a través de las reacciones 3 y 4.



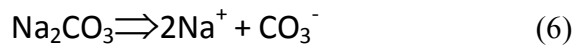
Y sumando las ecuaciones (3) y (4) tenemos:



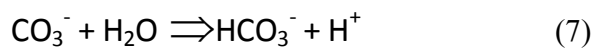
Las anteriores ecuaciones químicas nos indican que se requiere de hidróxido de calcio y de bicarbonato para que ocurra la precipitación.

El hidróxido de calcio necesario se agrega como tal, mientras que el ión bicarbonato es proporcionado por la misma alcalinidad del agua, que casi siempre se encuentra como alcalinidad de bicarbonatos. Esta alcalinidad no es suficiente, por lo que se requiere de la adición de alguna sal que proporcione el ión bicarbonato.

La sal que generalmente se emplea es el carbonato de sodio o soda, la cual se disuelve en agua y proceden las siguientes reacciones:



El carbonato se hidroliza y proporciona el ión bicarbonato necesario para la reacción de precipitación:



El resultado final en este proceso de tratamiento, es que el calcio y el magnesio, independientemente de que se encuentren como bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, etc, son precipitados por la acción conjunta de la cal y el carbonato de sodio, y por eso se le llama proceso cal/soda ash.

### 3.4 CONCLUSIONES

- Una vez evaluado analizado el agua de consumo humano de la Hostería el Reventador mediante los resultados del laboratorio y la normativa legal vigente INEN 1108 se concluye que las muestra tomas cumplen con los parámetros establecidos excepto la dureza total, magnesio y nitritos.
- Mediante los análisis físico-químicos del laboratorio WASCORPS.A se obtiene que hay dureza total, magnesio y nitritos que están sobre los límites permisibles de la norma INEN en las aguas investigadas, esto se debe al proceso natural y al recorrido del agua de vertiente que pasa por diferentes tipos rocas y tipos de suelos. Con respecto a la dureza temporal del agua, estos son los resultados: muestra uno dureza cálcica 98,48 ml/L dureza magnésica 187,11 ml/L muestra dos, dureza cálcica 123,10 ml/L dureza magnésica 182,19 ml/L y muestra tres dureza cálcica 137,87 ml/L dureza magnésica 182, 19. Se concluye que el agua es moderadamente dura, y no repercute para el consumo humano, porque está bajo los límites permisibles.
- Los parámetros que intervinieron en la determinación de la dureza en los tres puntos el pH tiene 6,89 Conductividad es de 897  $\mu\text{s. /cm}$ , Calcio 48, 12 ml/L, Magnesio 44,84 ml/L todos aquellos promediados. estos datos no alteran la calidad del agua, son parámetros que ayudan a determinar los niveles de concentración de la dureza, por lo tanto será tomado en cuenta para el ablandamiento con cal soda en las aguas de la Hostería Reventador.



### 3.5 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar revisiones constantes el agua de la Hostería Reventador, en el sistema de distribución para que no exista contaminación por las tuberías rotas o en mal estado. Mediante el estudio, se ha analizado y comparado la relación entre la dureza y los diferentes impactos del agua. Por lo que es necesario realizar monitoreo una vez al mes para prevenir el riesgo de salud de las personas.
- De acuerdo con los resultados de la investigación, es necesario la implementación de un sistema de tratamiento en frío con cal SODA con una dosificación técnica para no alterar el agua, estas aguas son muy suaves por lo tanto se agregará 0-15 ppm  $\text{CaCO}_3$ . También es necesario clorar el agua para desinfectar y eliminar cualquier parásito que afecte a la salud de las personas.
- Diseñar y construir una planta de tratamiento de acuerdo a los estudios realizados.

## 3.6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 3.6.1 LIBROS

1. ALVABE Y ARAMENDIA “control de la calidad del agua procesos fisicoquímicos” Editorial Reverté S.A (Barcelona España 2005) 654 páginas.
2. CÓRDOBA. “Calidad De Agua Y Su Relación Con los Actuales de Suelo en la Subcuenca Del Rio Jucuapa”. Matagalapa, Nicaragua Tesis Mag Sc. Turrialba, CR, CATIE(Nicaragua 2002).Pag. 120.
3. CASTRO, Juan. “Diseño de una propuesta de tratamiento y purificación del agua de consumo humano en el centro de experimentación y producción Salache (Ceypsa) de la Universidad Técnica de Cotopaxi”. Tesis de grado presentada en la Universidad Técnica de Cotopaxi previo la obtención del título de Ingeniero En Medio Ambiente. (Latacunga 2011).
4. CORONEL Y JIMÉNEZ “Contaminación frecuente de aguas en el ecuador” Corporación Nacional.(Quito 2006).Pag. 135.

5. HEBERT DEL VALLE “Ciclo Hidrológico. Universidad de Texas, Universidad Autónoma Chapingo”, Dirección de Difusión Cultural, volumen 13 apoyos académicos, digitalizado 5 Sep(2007). 33 páginas.
  
6. IMANHAN Stanley. “Introducción a la química ambiental”. Editorial Trillas (México. 2007).Pag. 170.
  
7. MARRÓN César. “Manual de administración, operación y mantenimiento de agua potable”. (Argentina). Pag. 35.
  
8. ROBLES, ROJO, BAS Tratamiento de Agua y Depuración, Ediciones Díaz de Santo (2010). Pag. 14
  
9. RODIER “Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales y agua de mar. Ediciones Omega”. (Barcelona-España J.1999).Pag. 345.
  
10. PRIETO Carlos “El agua sus formas, efectos, abastecimiento, usos, daños y conservación”. Edición Ecoe (Bogotá 2004). Pag. 380.
  
11. ROLDAN, G, (1992). “Contaminación Térmica. Editorial Universidad de Antioquia”. (Medellín-Colombia).

### 3.6.2 LEGISLACIÓN

- **Ecuador.** Constitución de la República del Ecuador, aprobada por la Asamblea Nacional Constituyente y el Referéndum aprobatorio, que se encuentra publicado en el Registro Oficial No. 449 del lunes 20 de octubre del 2008.
  
- **Ecuador.** Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108. 2011 Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.
  
- **Ecuador.** Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). Registro Oficial N° 725,16 de diciembre del 2002.
  
- **FAO.** 2004. Métodos Físicos y Químicos de Análisis de Suelos y Aguas. Boletín de suelos de la FAO.
  
- **Ecuador.** Ley de Aguas. Decreto Supremo N° 369. RO/69 del 30 de mayo de 1972, codificada en el 2004.

### 3.6.3 LINGÜÍSTICAS

1. ABLANDAMIENTO DEL AGUA. Geocites (consultado el 14 septiembre 2014) disponible en: <http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/sodaash.htm>
2. AGUA INTRODUCCIÓN. Consultado El 15 de junio 2013(disponible: <http://www.monografias.com/trabajos93/sobre-el-agua/sobre-el-agua.shtml>)
3. ABLANDAMIENTO POR MEDIO DE RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO. Consultado el 04 de junio del 2014 (disponible: <http://filtrosyequipos.com/softanano.htm>).
4. ALDABE Y ARAMENDÍA. Consejos prácticos de calidad de agua [en línea]. Ambiente. Restauración Ecológica. Enero 2005[consulta: 15 abril 2013]. Disponible en: <http://www.restauración./contaminacion-del-agua.com>
5. BETHEMONT, J. Calidad del agua. Medio ambiente [en línea]: Tomo 1. Recopilación de Normas: Madrid, 1999.2000 [Consulta: 10 de abril 2013] disponible en: <http://www.iblaboratorio-Análisis Físico – Químico.pdf>.
6. CALIDAD DEL AGUAEsta página fue modificada por última vez el 26 jul 2014 Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad\\_del\\_agua](http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua)

7. CEPAL 2002. Manejo de cuencas hídricas/desechos sólidos (en línea). Turrialba Costa Rica Consultado el 10 de septiembre 2013 disponible: [www.infogua.org/cuencas](http://www.infogua.org/cuencas)
  
8. CUERVA MORENO JOSÉ. Métodos y técnicas de investigación [en línea]: aplicación de la investigación: México 2005. [Consulta: 20 de abril 2013]. Disponible en: <http://www.iesmariademolina.org/blog/>.
  
9. HERRERA V., Severiano.; BARRETO C., Aura; TORRES D., Ignacio; DE CLAVIJO, Esperanza R. Editorial Norma. Bogotá - Colombia. 2010 [Consulta: 20 de abril 2013]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos16/agua/agua.shtml>
  
10. HEBERT DEL VALLE. Ciclo hidrológico [en línea]: volumen 13 apoyos académicos: universidad de Texas, 5 septiembre 2007.[Consulta: 15 abril 2013]. Disponible en: <http://www.publicaciones/ciclohidrologico.pdf>
  
11. IMPORTANCIA DEL AGUA Artículo escrito por: (Dra. M. Carmina Valdez) [Consulta: 20 abril 2013]. Disponible en: <http://www.radio-mundial.com/medicina-al-dia/3578-la-importancia-del-agua.html>
  
12. OZONIFICACIÓN QuimiNet[Consulta: 24 abril 2013].disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/purifique-el-agua-por-medio-de-la-ozonificacion-2887508.htm>

13. REPETTO Y MORAN (2001). Fuentes de la Contaminación Acuática. [Consulta: 15 Junio 2013]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/contaminaciondelaguaenhonduras/>
  
14. ROLDAN, F VELÁSQUEZ, MACHADO. Tratamiento de aguas [en línea] aguas duras México, Editorial, 2005. [consulta: 20 de abril 2013]. Disponible en: [http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza\\_agua.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf).
  
15. ROSAIO VARGAS, JOSAE. Técnicas de Titulación [en línea]: métodos de titulación: Brasil Octubre 2005. [Consulta: 20 de abril 2013]. Disponible en: <http://www.titulacion-agua/duras/calidad.org/blog/>.
  
16. SANTIAGO DE CHILE. Tipos de Tratamiento para Calidad de Agua [en línea]. Aguas duras. Chile Noviembre 2006. [consulta: 20 de abril 2013]. Disponible en: <http://www.calidad-agua.org.ec>.
  
17. SISTEMAS DE ABLANDAMIENTO DE AGUA. Consultado el 04 de junio del 2014 (disponible: <http://www.lenntech.es/ablandamiento.htm#ixzz36Vh7exg0>).
  
18. ZAMORA – MUÑOZ, C. Métodos para el análisis de aguas [en línea]. Colombia 2005. [Consulta: 20 abril 2013]. Licencia de CreativeCommons. Disponible en: <http://2dmanjon.blogia.com/>

## **3.7ANEXOS**

### **3.7.1ANÁLISIS DEL LABORATORIO**





# WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.  
 Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf: 3678269 / 3678270  
 LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES  
 FLOCULANTES - COAGULANTES  
 PLANTAS POTABILIZADORAS  
 REMEDIACION AMBIENTAL  
 ABSORCION DE CRUDOS  
 REACTIVOS QUÍMICOS  
 CARBON ACTIVADO  
 GRAVA SILISICA  
 BARITINA  
 BOMBAS

## REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-014-037

CLIENTE: Robert Alvarado  
 LUGAR: HOSTERIA REVENTADOR  
 SECTOR: CANTON GONZALO PIZARRO-EL REVENTADOR  
 FECHA DE MUESTREO: 22/04/2014 2 am.  
 FECHA DE REPORTE: 29/04/2014  
 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: M1 Captación  
 Muestra tomada por el cliente

ANALISIS FISICO-QUIMICO		NORMA INEN 1 108		
PARAMETRO	UNIDADES	Muestra 1	LIMITE DESEABLE	LIMITE MAX. DISPONIBLE
pH	.....	6,88	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	907	**	**
Turbidez	FTU	0,36	5,0	5,0
Color	U, Pt-Co	4	5,0	15,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	160,128	**	**
Alcalinidad Fenolteína	mg/L como CaCO3	0	**	**
Bicarbonatos (CO3H-)	mg/L como CaCO3	160,128	**	**
Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	0	**	**
Hidroxilos (OH-)	mg/L como CaCO3	0	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO3	285,59	120,0	300,0
Dureza Cálcica	mg/L como CaCO3	98,48	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	187,11	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	39,55	30,0	70,0
Magnesio (Mg++)	mg/L	45,64	12,0	30,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	0	0,2	0,8
Cloruros (Cl-)	mg/L	14,56	50,0	250,0
Fosfatos (PO4--)	mg/L	8,86	**	**
Sulfatos (SO4=)	mg/L	121	50,0	200,0
Nitritos (NO2-)	mg/L	2	0,0	0,0
Nitratos (NO3-)	mg/L	0,8	10,0	40,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	455	500,0	1000,0
Sólidos Suspendidos	mg/L	3	**	**

\*\*\*= No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

ANALISIS MICROBIOLÓGICO	
PARAMETRO	MUESTRA 1
Recuento Total	0
Coliformes Totales	0
Coliformes Fecales	0
Hongos y Levaduras	0

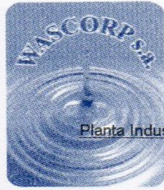
Coliformes Totales (1) NMP/100ml  
 Coliformes Fecales NMP/100ml

Máximo  
 < 2\*  
 < 2\*

Atentamente:  
  
**WASCORP S.A.**  
 Tego. EDGAR MOROMENACHO

Ing. Vinicio Pasaca  
 Revisado

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 ( Quito ) Sector Cutuglagua Barrio Santa Isabel, calle B No. 35  
 Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 096 392 643  
 wascorpsa@andinanet.net / wascorp@andinanet.net



# WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.  
 Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf: 3678269 / 3678270  
 LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES  
 FLOCULANTES - COAGULANTES  
 PLANTAS POTABILIZADORAS  
 REMEDIACION AMBIENTAL  
 ABSORCION DE CRUDOS  
 REACTIVOS QUÍMICOS  
 CARBON ACTIVADO  
 GRAVA SILISICA  
 BARITINA  
 BOMBAS

## REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-014-038

**CLIENTE:** Robert Alvarado  
**LUGAR:** HOSTERIA REVENTADOR  
**SECTOR:** CANTON GONZALO PIZARRO-EL REVENTADOR  
**FECHA DE MUESTREO:** 22/04/2014 2 am.  
**FECHA DE REPORTE:** 29/04/2014  
**IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:** M2 Tanque distribución  
 Muestra tomada por el cliente

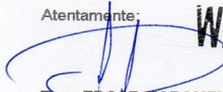
ANALISIS FISICO-QUIMICO		NORMA INEN 1 108		
PARAMETRO	UNIDADES	Muestra 2	LIMITE DESEABLE	LIMITE MAX. DISPONIBLE
pH	.....	6,91	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	892	**	**
Turbidez	FTU	0,55	5,0	5,0
Color	U. Pt-Co	5	5,0	15,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	170,136	**	**
Alcalinidad Fenolitaína	mg/L como CaCO3	0	**	**
Bicarbonatos (CO3H-)	mg/L como CaCO3	170,136	**	**
Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	0	**	**
Hidroxilos (OH-)	mg/L como CaCO3	0	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO3	305,28	120,0	300,0
Dureza Cálcica	mg/L como CaCO3	123,10	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	182,19	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	49,44	30,0	70,0
Magnesio (Mg++)	mg/L	44,44	12,0	30,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	0	0,2	0,8
Cloruros (Cl-)	mg/L	16,99	50,0	250,0
Fosfatos (PO4--)	mg/L	3,05	**	**
Sulfatos (SO4=)	mg/L	123	50,0	200,0
Nitritos (NO2-)	mg/L	6	0,0	0,0
Nitros (NO3-)	mg/L	0,7	10,0	40,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	445	500,0	1000,0
Sólidos Suspendidos	mg/L	2	**	**

\*\*\*= No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

ANALISIS MICROBIOLÓGICO	
PARAMETRO	MUESTRA 2
Recuento Total	0
Coliformes Totales	0
Coliformes Fecales	0
Hongos y Levaduras	0

Coliformes Totales (1) NMP/100ml  
 Coliformes Fecales NMP/100ml

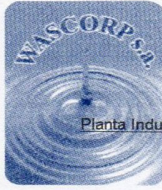
Máximo  
 < 2\*  
 < 2\*

Atentamente:  **WASCORP S.A.**  
 Tgo. EDGAR MOROMENACHO

Ing. Vinicio Pasaca  
 Revisado

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 ( Quito ) Sector Cutuglagua Barrio Santa Isabel, calle B No. 35  
 Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 096 392 643  
 wascorp@andinanet.net / wascorp@andinanet.net





# WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.  
 Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf: 3678269 / 3678270  
 LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES  
 FLOCULANTES - COAGULANTES  
 PLANTAS POTABILIZADORAS  
 REMEDIACION AMBIENTAL  
 ABSORCION DE CRUDOS  
 REACTIVOS QUÍMICOS  
 CARBON ACTIVADO  
 GRAVA SILISICA  
 BARITINA  
 BOMBAS

## REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-014-039

CLIENTE: Robert Alvarado  
 LUGAR: HOSTERIA REVENTADOR  
 SECTOR: CANTON GONZALO PIZARRO-EL REVENTADOR  
 FECHA DE MUESTREO: 22/04/2014 2 am.  
 FECHA DE REPORTE: 29/04/2014  
 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: M3 Agua de consumo  
 Muestra tomada por el cliente

ANALISIS FISICO-QUIMICO	PARAMETRO	UNIDADES	Muestra 3	NORMA INEN 1108	
				LIMITE DESEABLE	LIMITE MAX. DISPONIBLE
	pH	.....	6,90	7 - 8,5	6,5 - 9,5
	Conductividad	µS/cm	892	**	**
	Turbidez	FTU	0,47	5,0	5,0
	Color	U. Pt-Co	4	5,0	15,0
	Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	155,124	**	**
	Alcalinidad Fenolteína	mg/L como CaCO3	0	**	**
	Bicarbonatos (CO3H-)	mg/L como CaCO3	155,124	**	**
	Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	0	**	**
	Hidroxilos (OH-)	mg/L como CaCO3	0	**	**
	Dureza Total	mg/L como CaCO3	320,06	120,0	300,0
	Dureza Cálcica	mg/L como CaCO3	137,87	**	**
	Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	182,19	**	**
	Calcio (Ca++)	mg/L	55,37	30,0	70,0
	Magnesio (Mg++)	mg/L	44,44	12,0	30,0
	Hierro (Fe+++)	mg/L	0	0,2	0,8
	Cloruros (Cl-)	mg/L	16,99	50,0	250,0
	Fosfatos (PO4--)	mg/L	1,35	**	**
	Sulfatos (SO4=)	mg/L	118	50,0	200,0
	Nitritos (NO2-)	mg/L	8	0,0	0,0
	Nitros (NO3-)	mg/L	0,7	10,0	40,0
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	446	500,0	1000,0
	Sólidos Suspendidos	mg/L	3	**	**

\*\*\*= No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

ANALISIS MICROBIOLOGICO	
PARAMETRO	MUESTRA 3
Recuento Total	0
Coliformes Totales	0
Coliformes Fecales	0
Hongos y Levaduras	0

Coliformes Totales (1) NMP/100ml  
 Coliformes Fecales NMP/100ml

Máximo  
 < 2\*  
 < 2\*

Atentamente:  
  
**WASCORP S.A.**  
 Tcgo. EDGAR MOROMENACHO

Ing. Vinicio Pasaca

Revisado

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 ( Quito ) Sector Cutuglagua Barrio Santa Isabel, calle B No. 35  
 Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 096 392 643  
 wascorp@andinanet.net / wascorp@andinanet.net



### 3.7.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA

#### Toma de agua





## Almacenamiento



**Grifo de consumo**





### 3.7.3 FOTOGRAFÍA HOSTERÍA EL REVENTADOR

