



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

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

**INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

**TEMA:**

**“DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES PRESENTES EN  
LAS AGUAS DEL CANAL LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO;  
TRAMO CEASA UTC, PERIODO 2013”.**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS DE  
MEDIO AMBIENTE**

**AUTORAS:**

Taipe Jaya Carla Alexandra

Chiliquinga Chicaiza Victoria Nataly

**DIRECTORA:**

Ing. Ivonne Endara

**LATACUNGA – ECUADOR 2013**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

“UA – CAREN”

Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente

**DECLARACIÓN DE LAS AUTORAS**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”.

(Reglamento de Graduación de la U.T.C).

---

Carla Taipe Jaya

---

Victoria Chiliquina

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

En calidad de Directora del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES PRESENTES EN LAS AGUAS DEL CANAL LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO; TRAMO CEASA UTC, PERIODO 2013”, de Autoría de las Señoritas Carla Alexandra Taipe Jaya y Victoria Nathali Chiliquinga Chicaiza postulantes de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Tesis que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales “UA – CAREN” de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo 2014.

La Directora

---

Firma

Ingeniera Ivonne Endara

C.I 0502248677

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

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

**ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

El Tribunal de tesis certifica que el trabajo de investigación titulado: **“DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES PRESENTES EN LAS AGUAS DEL CANAL LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO; TRAMO CEASA UTC, PERIODO 2013”**, de responsabilidad de las Señoritas Carla Alexandra Taipe Jaya y Victoria Nathali Chilibingua Chicaiza; ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

**TRIBUNAL DE TESIS:**

Ing. Renán Lara

Presidente

\_\_\_\_\_

Ing. Eduardo Cajas

Miembro

\_\_\_\_\_

Ing. José Andrade

Opositor

\_\_\_\_\_

**LATACUNGA – ECUADOR**

2014.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a Dios, quien es mi fortaleza, mi guía, quien en todo momento me ha cuidado de las adversidades en el transcurso de estos años, por sus infinitas bendiciones, a mi madre Carmen quien además de ser una gran mujer, es un padre para mí, es mi compañera y amiga, que me lleno de amor y me dio fuerzas para seguir siempre adelante, a pesar de todos los retos de la vida sobrellevo con esmero y dedicación el hogar, le doy las gracias por el gran esfuerzo que hizo para darme los estudios y educarme con principios y valores.

A mi esposo Geovanny e hijo Mateo que con su infinito amor me ayudaron a culminar mis estudios, Ellos son mi compañía, y mi más grande felicidad.

Mi agradecimiento de la manera más especial a mis abuelitos, mis tías, a mi estimada suegra María, mis cuñados y a toda mi familia quienes me han apoyado en los momentos que más he necesitado.

A mis hermanos Javier, Luis, Joselyn y Juan David quienes forman parte de mis amigos y compañeros desde mi infancia.

A la Ingeniera Ivonne Endara, Directora de Tesis sin cuyo apoyo y experiencia no hubiera sido posible la realización del presente trabajo investigativo.

Agradezco de manera especial a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales UA - CAREN.

Carla Alexandra Taipe Jaya

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por su infinito amor, a mi pequeño hijo Martín y a mis Padres Moisés y Carmen por la paciencia brindada y apoyo en cada una de mis metas, por su ejemplo, estabilidad económica y sentimental.*

*A mis hermanas Patricia, Belén, Carolina, Grace y a mi sobrinita Pamela Julieth, por la infinita confianza, en especial agradezco a toda mi familia por su constante apoyo y seguridad.*

*A mi tutora la Ing. Ivonne Endara, por su colaboración desinteresada en el tema de investigación, por su profesionalismo, seguridad y confianza mutua.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por haberme abierto las puertas durante el trayecto de mis estudios, a mis amigas por ayudarme a crecer y a madurar.*

*Victoria Nathali Chiliquinga Chicaiza*

## DEDICATORIA

*La presente investigación la dedico; con infinito amor y gratitud a mi madre Carmen; quien me ha dado la vida y me ha guiado por las sendas del bien, me dio el más grande regalo de poder estudiar y ser una persona útil para la sociedad; a mis hermanos quienes han compartido los mejores momentos de mi vida.*

*Con amor eterno; a mi esposo Geovanny y a mi hijo Mateo Alexander, quienes llenan de alegría mi vida, y me brindan toda su ayuda para seguir adelante y esforzarme cada día más, en medio de los obstáculos de la vida.*

*De igual manera se la dedico a todos aquellos quienes confiaron en mí, y me dieron fuerzas para luchar y ser cada día mejor persona.*

*Carla Alexandra Taipe Jaya*

## DEDICATORIA

*Este trabajo lo dedico con todo mi amor a Dios quien me dio la vida y valor para seguir adelante, acompañándome siempre durante todo este trayecto, a la Virgen Santísima del Cisne por iluminar cada uno de mis pensamientos, guiar mis pasos y brindarme la oportunidad de hacer realidad mi más grande sueño.*

*¡Porque el estudio es la herencia más preciada que mis padres Moisés y Carmen me han podido regalar!*

*Es por eso que quiero dedicar mi esfuerzo y sacrificio a mi pequeño hijo, a mis padres quienes me inculcaron valores para ser una persona de éxito. Ellos fueron quienes día tras día me motivaron para seguir adelante y culminar mi gran sueño.*

*A mis hermanas Patricia, Belén, Carolina, Grace y a mi sobrinita Pamela Julieth, por la fuerza y el apoyo que me brindaron en aquellos momentos que sentía desvanecer.*

*Victoria Nathali Chiliquinga Chicaiza*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Portada.	i
Declaración expresa de las autoras.	ii
Aval del director de tesis.	iii
Tribunal de tesis.	iv
Agradecimiento.	v
Dedicatoria.	vii
Índice general.	ix
Resumen.	xvi
Abstract.	xvii
Introducción.	xviii
Justificación.	xx
Objetivos.	xxi
Objetivo general.	xxi
Objetivos específicos.	xxi
Hipótesis.	xxii

### CAPÍTULO I

1.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	1
1.1	ANTECEDENTES.	1
<b>1.2</b>	<b>EL AGUA.</b>	<b>2</b>
<b>1.2.1</b>	<b>CONTAMINACIÓN DEL AGUA.</b>	<b>2</b>
<b>A.</b>	<b>Tipos de contaminación.</b>	<b>4</b>
a.1	Contaminación puntual.	4
a.2	Contaminación difusa.	5
<b>B.</b>	<b>Fuentes de contaminación del agua.</b>	<b>5</b>
b.1	Fuentes naturales.	5
b.2	Fuentes artificiales.	5
<b>1.2.3</b>	<b>Alteraciones del agua.</b>	<b>6</b>
a.	Alteraciones físicas del agua.	6
b.	Alteraciones químicas del agua.	8

c.	Alteraciones biológicas del agua.	11
<b>1.2.4</b>	<b>AGUA PARA USO AGRÍCOLA.</b>	<b>12</b>
<b>1.2.4.1</b>	<b>Parámetros de calidad del agua para uso agrícola.</b>	<b>12</b>
A.	Físicos	12
B.	Químicos	13
C.	Microbiológicos	17
<b>1.2.5</b>	<b>NORMATIVA LEGAL.</b>	<b>18</b>
A.	Constitución Nacional de la República del Ecuador del 2008.	18
B.	Ley de aguas: de la conservación y contaminación de las aguas.	19
C.	Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2002).	20
D.	Uso y calidad del agua para riego. CNRH (2002).	20
E.	TULAS, Libro VI Anexo 1.	21
<b>1.3</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL.</b>	<b>26</b>

## CAPÍTULO II

<b>2</b>	<b>APLICACIÓN METODOLÓGICA E</b>	<b>28</b>
	<b>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.</b>	
<b>2.1</b>	<b>Tipos de investigación.</b>	<b>28</b>
a.	Investigación bibliográfica.	28
b.	Investigación exploratoria.	28
c.	Investigación descriptiva.	28
d.	Investigación cuali-cuantitativa.	29
e.	Investigación de campo.	29
<b>2.2</b>	<b>Metodología.</b>	<b>29</b>
2.2.1	Muestreo.	29
2.2.2	Puntos de muestreo.	31
A.	Punto 1: (Abs 6+782.50) Salida del túnel 6 del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato tramo Ceasa.	31
B.	Punto 2: (Abs 6+872.50) Derivación del Canal de	33

	riego Latacunga-Salcedo-Ambato hacia Ceasa.	
C.	Punto 3: (Abs 7+154.10) Entrada del túnel 8 del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato del tramo Ceasa.	35
<b>2.3</b>	<b>Unidad de estudio.</b>	<b>37</b>
2.3.1	Ubicación del ensayo.	37
2.3.1.1	Centro Experimental Académico Salache UTC.	37
<b>2.4</b>	<b>Métodos y técnicas.</b>	<b>41</b>
<b>2.4.1</b>	<b>Métodos.</b>	<b>41</b>
a.	Método de observación.	41
b.	Método Inductivo.	41
c.	Método analítico.	41
d.	Método sintético.	42
<b>2.4.2</b>	<b>Técnicas.</b>	<b>42</b>
A.	La observación.	42
a.1	Observación no científica.	42
a.2	Observación científica.	42
<b>2.5</b>	<b>Operacionalización de las variables.</b>	<b>44</b>
2.5.1	Variables evaluadas.	45
<b>2.6</b>	<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.</b>	<b>46</b>
2.6.1	Resultados de los análisis de laboratorio.	46
<b>2.6.2</b>	<b>Interpretación de los resultados.</b>	<b>50</b>
<b>A.</b>	<b>Físicos.</b>	<b>50</b>
a.1	Color.	50
a.2	Turbidez.	52
a.3	Sólidos disueltos totales	53
<b>B.</b>	<b>Químicos.</b>	<b>53</b>
b.1	pH.	55
b.2	Dureza total	56
b.3	Cloruros.	58
b.4	Boro.	59

b.5	Sodio.	61
b.6	Cadmio.	62
b.7	Plomo.	64
b.8	Cromo VI.	65
<b>C.</b>	<b>Microbiológicos</b>	<b>67</b>
c.1	Índice de coliformes totales	67
c.2	Índice de coliformes fecales	68
<b>2.6.3</b>	<b>Resumen de resultados.</b>	<b>69</b>

### **CAPÍTULO III**

<b>3</b>	<b>PLAN DE CAPACITACIÓN.</b>	<b>70</b>
3.1	Introducción.	70
3.2	Justificación.	71
3.3	Alcance.	71
<b>3.4</b>	<b>Objetivos del plan de capacitación.</b>	<b>71</b>
3.4.1	Objetivo general.	71
3.4.2	Objetivos específicos.	72
3.5	Estrategias.	72
3.6	Acciones a desarrollar.	72
3.7	Recursos.	73
3.8	Materiales.	73
3.9	Financiamiento.	73
3.10	Presupuesto.	74
3.11	Cronograma.	74
	<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>75</b>
	<b>RECOMENDACIONES.</b>	<b>76</b>
	Referencias bibliográficas.	77
	Referencias bibliográficas de la web.	80

## ANEXOS

### ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla N° 1	Datos de la muestra N° 1 del punto 1	31
Tabla N° 2	Datos de la muestra N° 2 del punto 1	31
Tabla N° 3	Datos de la muestra N° 3 del punto 1	32
Tabla N° 4	Datos de la muestra compuesta N° 1	32
Tabla N° 5	Datos de la muestra N° 1 del punto 2	33
Tabla N° 6	Datos de la muestra N° 2 del punto 2	33
Tabla N° 7	Datos de la muestra N° 3 del punto 2	34
Tabla N° 8	Datos de la muestra compuesta N° 2	34
Tabla N° 9	Datos de la muestra N° 1 del punto 3	35
Tabla N°10	Datos de la muestra N° 2 del punto 3	35
Tabla N°11	Datos de la muestra N° 3 del punto 3	36
Tabla N°12	Datos de la muestra compuesta N° 3	36
Tabla N°13	Resultados de los análisis laboratorio de la muestra compuesta 1	46
Tabla N°14	Resultados de los análisis laboratorio de la muestra compuesta 2	47
Tabla N°15	Resultados de los análisis laboratorio de la muestra compuesta 3	48
Tabla N°16	Resultados de los análisis microbiológicos de 2 muestras compuestas de los tres puntos.	49
Tabla N°17	Resultados del parámetro color	50
Tabla N°18	Resultados del parámetro turbidez	52
Tabla N°19	Resultados de los sólidos totales disueltos	53
Tabla N°20	Resultados del pH	55
Tabla N°21	Resultados de la dureza total	56
Tabla N°22	Resultados de los cloruros	58
Tabla N°23	Resultados del boro	59
Tabla N°24	Resultados del sodio	61
Tabla N°25	Resultados del cadmio	62

Tabla N°26	Resultados del plomo	64
Tabla N°27	Resultados del cromo VI	65
Tabla N°28	Resultado del Índice de coliformes totales	67
Tabla N°29	Resultado del Índice de coliformes fecales	68
Tabla N°30	Presupuesto del plan de capacitación	74

### **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro N° 1	Alteraciones físicas del agua	6
Cuadro N° 2	Alteraciones químicas del agua	8
Cuadro N° 3	Alteraciones biológicas del agua	11
Cuadro N° 4	Variables e indicadores	44
Cuadro N° 5	Determinación de los contaminantes	69
Cuadro N° 6	Cronograma del plan de capacitación	74

### **ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía N° 1	Toma de coordenadas del punto 1	82
Fotografía N° 2	Toma de coordenadas del punto 2	82
Fotografía N° 3	Toma de coordenadas del punto 3	83
Fotografía N° 4	Toma de la muestra N° 1 del punto 1	83
Fotografía N° 5	Toma de la muestra N° 2 del punto 1	84
Fotografía N° 6	Almacenamiento de la muestra N° 2 del punto 1	84
Fotografía N° 7	Muestra compuesta N° 1	85
Fotografía N° 8	Toma de la muestra N° 1 del punto 2	85
Fotografía N° 9	Toma de la muestra N° 2 del punto 2	86
Fotografía N° 10	Toma de la muestra N° 3 del punto 2	86
Fotografía N° 11	Muestra compuesta N° 2	87
Fotografía N° 12	Toma de la muestra N° 1 del punto 3	87
Fotografía N° 13	Toma de la muestra N° 2 del punto 3	88
Fotografía N° 14	Toma de la muestra N° 3 del punto 3	88
Fotografía N° 15	Muestra compuesta N° 3	89
Fotografía N° 16	Presidenta del sistema de riego Latacunga- Salcedo- Ambato.	89

Fotografía N° 17	Capacitación sobre los contaminantes encontrados en el canal de riego	90
Fotografía N° 18	Usuarios del barrio Tiobamba y la junta de Rumipamba.	90

### **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico N° 1	Resultados del parámetro color	50
Gráfico N° 2	Resultados del parámetro turbidez	52
Gráfico N° 3	Resultados del pH	53
Gráfico N° 4	Resultados de los sólidos totales disueltos	55
Gráfico N° 5	Resultados de la dureza total	56
Gráfico N° 6	Resultados de los cloruros	58
Gráfico N° 7	Resultados del boro	59
Gráfico N° 8	Resultados del sodio	61
Gráfico N° 9	Resultados del cadmio	62
Gráfico N° 10	Resultados del plomo	64
Gráfico N° 11	Resultados del cromo VI	65

### **ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO N° 1	Fotografías	82
ANEXO N° 2	Análisis de laboratorio	90
ANEXO N° 3	Oficio Junta General de Usuarios del Canal de riego	95
ANEXO N° 4	Plano del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.	97

## RESUMEN

Según el ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), ahora Secretaría Nacional de Agua (SENAGUA), el Instituto Nacional del Riego de Cotopaxi y otras entidades demuestran que el Cutuchi es un río “muerto” por los altos niveles de contaminación. El canal de riego tiene 36 kilómetros y conduce 4 500 litros por segundo. 17 000 familias lo usan para irrigar 7 500 hectáreas de cultivos de hortalizas y legumbres en Tungurahua y Cotopaxi. Diariamente, 1,8 toneladas de escombros y basura se arrojan al río.

La presente investigación se la realizó para determinar los contaminantes que se encuentran en el agua del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato en el tramo que atraviesa por el Centro Experimental Académico Salache, pudiendo manifestar que se recogieron 9 muestras continuas en 3 diferentes puntos, días y horarios, una vez realizado el muestreo se obtuvieron 3 muestras compuestas de las cuales se realizaron los análisis físico-químico, y microbiológico.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante los análisis realizados en la Universidad Central del Ecuador se determinó que los contaminantes existentes en el agua del canal de riego son: cadmio, plomo, coliformes totales, y coliformes fecales ya que sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos en el TULAS, Libro VI, Anexo 1, Tabla 1 y 6. En cuanto al color, turbidez, sólidos disueltos, dureza total, cloruros, sodio, cromo VI, y boro no sobrepasan estos límites, por lo tanto no se consideran contaminantes del canal de riego.

Para concluir con el desarrollo de la investigación, siendo de mucha importancia y necesaria se realizó la capacitación a los Usuarios de la Junta de Rumipamba y del Barrio Tiobamba.

## ABSTRACT

According to Ex National Water Resources Council ( NWRC ) , nowadays Water National Secretary ( SENAGUA ) , the National Institute of Cotopaxi Irrigation and others show that Cutuchi is a "dead" river by the high levels of pollution. The irrigation canal is 36 kilometers and leads 4 500 liters per second. 17 000 families use it to irrigate 7500 hectares of vegetables and legumes in Tungurahua and Cotopaxi. Every day, 1.8 tons of debris and garbage are dumped into the river.

This research was conducted to determine the contaminants found in the water from the irrigation canal Latacunga - Ambato -Salcedo in the stretch that crosses by the Academic Experimental Salache Center and 9 continuous samples were collected at 3 different points, days and times, once carried out sampling, three composite samples were gotten of which the physico-chemical analyzes were performed, and microbiology were obtained.

According to the results obtained by the analysis performed at the Central University of Ecuador was determined that existing contaminants in the water from the irrigation canal, such as : cadmium, lead , total coliforms , fecal coliforms and that exceed the limits set in the TULAS , Book VI , Annex 1, Table 1 and 6. As for color , turbidity, dissolved solids , total hardness , chlorides , sodium, chromium VI , and boron do not exceed these limits, therefore they are not considered contaminants of the irrigation channel .

To conclude with the development of research, so was conducted training to the users of the Rumipamba .Council and Tiobamba neighborhood.

Descriptors: Irrigation Canal, pollutants, lead, coliform.

## INTRODUCCIÓN

El planeta tierra en las últimas décadas ha venido sufriendo cambios prácticamente irreversibles, por la actividad humana en todos sus factores ambientales. La contaminación del agua es un problema local, regional y mundial y está relacionado con la contaminación del aire y con el modo en que usamos el recurso suelo; Existe alrededor de 2,4 mil millones de personas más de un tercio de la población mundial que no tiene acceso a un saneamiento adecuado. El 70% de la superficie mundial está cubierto por agua, pero el 97,5% de esta, se encuentra en mares y océanos, es decir, es agua salada, la mayor concentración de agua dulce se encuentra congelada en los casquetes polares (2,0%) y en el agua subterránea almacenada hasta los 1.000 m de profundidad (0,5%) superando el agua fácilmente accesible de lagos y ríos del mundo.

En el Ecuador la contaminación ha aumentado en los últimos años y también ha decrecido la calidad de muchos depósitos de agua. Los principales ríos se encuentran contaminados, unos más que otros, principalmente a causa de la destrucción de las fuentes de agua, y se da por causas físicas, químicas y bacteriológicas, entre las que sobresalen la actividad petrolera en la Amazonía, evacuación de desechos domésticos e industriales en ciudades, el funcionamiento de centrales hidroeléctricas y represas que desvían el cauce normal de ríos, otras están vinculadas con actividades agrícolas, por el uso y abuso de agroquímicos, acumulación de sedimentos por la erosión del suelo y deforestación para ubicar poblaciones o industrias.

En la Provincia de Cotopaxi, nace un importante afluente como es el Río Cutuchi, según estudios realizados desde 2002 por el ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), ahora Secretaría Nacional de Agua (SENAGUA), el Instituto Nacional del Riego de Cotopaxi y otras entidades demuestran que el Cutuchi es un río “muerto” por los altos niveles de contaminación. El canal de riego tiene 36

kilómetros y conduce 4 500 litros por segundo. 17 000 familias lo usan para irrigar 7 500 hectáreas de cultivos de hortalizas y legumbres en Tungurahua y Cotopaxi. Diariamente, 1,8 toneladas de escombros y basura se arrojan al río. La mayoría proviene de las 41 industrias metalúrgicas, curtiembres, molineras, talleres, aglomerados, floricultoras, ubicadas cerca del afluente. Estudios realizados por el Instituto Nacional de Riego demuestran que el agua contiene bacterias coliformes, cromo, plomo, permanganato de potasio, hierro, pesticidas, grasas y otros productos que pueden ocasionar cáncer al estómago, páncreas, hígado y colon.

Las aguas del río Cutuchi, luego que pasan la zona urbana de la Ciudad de Latacunga son captadas por el sistema de riego: Latacunga–Salcedo–Ambato, la mala calidad de las aguas es un problema muy serio ya que son utilizadas por los agricultores en el cultivo de diversos productos agrícolas, tanto para consumirlos o para ser comercializados en los mercados del centro del país.

## JUSTIFICACIÓN

Según estudios realizados en 2002 por el ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), ahora Secretaría Nacional de Agua, y el Instituto Nacional del Riego de Cotopaxi; Las aguas del río Cutuchi están siendo contaminadas por la descarga de compuestos tóxicos y patógenos, aguas servidas de uso doméstico, aguas residuales de algunas industrias, fabricas entre otros; y estas aguas son utilizadas por los agricultores en el cultivo de diversos productos agrícolas, tanto para consumirlos en propiedad como para ser comercializados en los mercados del centro del país; estas aguas contaminadas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato están causando una serie de efectos negativos en los cultivos ya que se contaminan los productos provocando diferentes tipos de patologías.

Por esta razón la presente investigación se realiza con el fin de determinar los contaminantes presentes en el agua del canal y nos permita socializar a los involucrados, los resultados obtenidos para de alguna forma buscar posibles alternativas de solución en cuanto a la descontaminación. Siendo muy necesario tener las aguas de regadío descontaminadas, y de calidad ya que estas, también se utilizan en el Centro Experimental Académico Salache UTC, y por una zona eminentemente agrícola situada en la provincia de Cotopaxi y Tungurahua y en algunos casos hasta para consumo humano, ya que el factor agua es el principal componente del protoplasma celular y representa los dos tercios del peso total del hombre y hasta 9 décimas partes del peso de los vegetales.

Por lo tanto, este tema de investigación nos sirvió para conocer el grado de contaminación del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato específicamente, del tramo que atraviesa por el Centro Experimental Académico Salache UTC.

## **OBJETIVOS:**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Determinar los contaminantes presentes en el agua del canal Latacunga-Salcedo-Ambato; Tramo CEASA UTC, en el Periodo 2013.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Realizar el monitoreo de las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato y mediante el análisis de laboratorio determinar los contaminantes existentes.
- Realizar comparaciones entre los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio, y los límites máximos permisibles establecidos en el TULAS libro VI Anexo 1, Tabla 1 y 6.
- Elaborar un plan de capacitación con el fin de socializar los resultados obtenidos en dicha investigación, a los miembros de la Junta General de Usuarios del sistema del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.

## **HIPÓTESIS**

¿Los contaminantes presentes en las aguas del canal Latacunga-Salcedo-Ambato inciden o no en la calidad del agua para riego?

# CAPÍTULO I

## 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1 Antecedentes.

Estudios realizados desde 2002 por el ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), ahora Secretaría Nacional del Agua, el Instituto Nacional del Riego de Cotopaxi y otras entidades demuestran que el Cutuchi es un río “muerto” por los altos niveles de contaminación. En sus aguas existe una alta presencia de boro, un químico que causa trastornos neurológicos y tumores malignos. El canal de riego tiene 36 kilómetros y conduce 4 500 litros por segundo. 17 000 familias lo usan para irrigar 7 500 hectáreas de cultivos de hortalizas y legumbres en Tungurahua y Cotopaxi. A esto se suma el manejo inadecuado de los desechos. Este documento explica que, diariamente, 1,8 toneladas de escombros y basura se arrojan al río. La mayoría proviene de las 41 industrias metalúrgicas, curtiembres, molineras, talleres, aglomerados, floricultoras, ubicadas cerca del afluente.

En (2012) el Ing. César Germán Pozo Yépez realizó un Trabajo de Investigación con el título “Fitorremediación de las Aguas del Canal de Riego Latacunga–Salcedo–Ambato mediante Humedales Vegetales a nivel de Prototipo de Campo Salcedo-Cotopaxi”. Concluye que en los resultados obtenidos en la investigación se puede determinar que las aguas que se descargan al Río Cutuchi por parte de las empresas, hospitales y aguas servidas desde el sector de Laso hasta la ciudad de Latacunga no se les da ningún tratamiento, de esta manera contaminando las

aguas del río, que luego es recogida por el canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato, ya que los valores, se encuentran fuera de los parámetros de control establecido en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS). Los valores más significativos son los de Coliformes Fecales y Totales lo que determina una alta contaminación microbiana.

## **1.2 El Agua**

Según BARBA (2002)

**El agua es una de las sustancias más difundidas y abundantes en el planeta tierra. Es parte integrante de la mayoría de los seres vivientes tanto animales como vegetales, y está presente en cantidad de minerales. p.1**

### ***1.2.1 Contaminación del agua***

Según Echarri (2007)

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

Según la FAO (1992)

**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. p. 65**

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) los principales contaminantes del agua son los siguientes:

- Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua.
- Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tenso-activas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, y los derribos urbanos.
- Sustancias radioactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.
- El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen.
- Vertimiento de aguas servidas. La mayor parte de los centros urbanos vierten directamente los desagües (aguas negras o servidas) a los ríos, a los lagos y al mar. Los desagües contienen excrementos, detergentes, residuos

industriales, petróleo, aceites y otras sustancias que son tóxicas para las plantas y los animales acuáticos. Con el vertimiento de desagües, sin previo tratamiento, se dispersan agentes productores de enfermedades (bacterias, virus, hongos, huevos de parásitos, amebas, etc.).

- Vertimiento de basuras y desmontes en las aguas. Es costumbre generalizada en el país el vertimiento de basuras y desmontes en las orillas del mar, los ríos y los lagos, sin ningún cuidado y en forma absolutamente desordenada. Este problema se produce especialmente cerca de las ciudades e industrias. La basura contiene plásticos, vidrios, latas y restos orgánicos, que o no se descomponen o al descomponerse producen sustancias tóxicas (el fierro produce óxido de fierro), de impacto negativo.
- Vertimiento de productos químicos y desechos industriales. Consiste en la deposición de productos diversos (abonos, petróleo, aceites, ácidos, soda, aguas de formación o profundas, etc.) provenientes de las actividades industriales. OMS (2000).

#### ***A) Tipos de contaminación***

Según el Artículo 85 de la Ley General de Aguas los tipos de contaminación son:

##### ***a.1) Contaminación puntual.***

Según el Artículo 85 de la Ley General de Aguas “Es producida por un foco emisor determinado afectando a una zona concreta, lo que permite una mejor difusión del vertido. Su detección y su control son relativamente sencillos”.

*a.2) Contaminación difusa.*

**El Artículo 85 de la Ley General de Aguas dice que su origen no está claramente definido, aparece en zonas amplias en las que coexisten múltiples focos de emisión, lo que dificulta el estudio de los contaminantes y su control individual. Pueden producirse posibles interacciones que agraven el problema esto sería la contaminación natural.**

*B) Fuentes de contaminación del agua*

*b.1) Fuentes naturales*

**Según GARCÍA (2002) Dependiendo de los terrenos que atraviesa el agua puede contener componentes de origen natural procedentes del contacto con la atmósfera formando ácidos y otros compuestos y el suelo mezclándose con minerales (Ej. Sales minerales, calcio, magnesio, hierro etc.) p 1.**

*b.2) Fuentes artificiales.*

**Según GARCÍA (2002) Son producidas por el ser humano en actividades industriales, agrícolas y domésticas. El desarrollo industrial ha provocado la presencia de ciertos**

**componentes que son peligrosos para el medio ambiente y para los organismos. p 1**

### ***1.2.3 Alteraciones del agua***

#### ***a) Alteraciones físicas del agua***

**CUADRO N° 1. ALTERACIONES FÍSICAS DEL AGUA**

<b>Alteraciones físicas</b>	<b>Características y contaminación que indica</b>
<b>Color</b>	<p>El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen.</p> <p>Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores pero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación</p>
<b>Olor y sabor</b>	<p>Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.</p>
<b>Temperatura</b>	<p>El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases</p>

	<p>(oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C.</p> <p>Las centrales nucleares, térmicas y otras industrias contribuyen a la contaminación térmica de las aguas, a veces de forma importante.</p>
<b>Materiales en suspensión</b>	<p>Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación.</p>
<b>Radiactividad</b>	<p>Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isótopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos.</p>
<b>Espumas</b>	<p>Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder autodepurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.</p>
<b>Conductividad</b>	<p>El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la</p>

	temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20°C.
--	--

Fuente: Luis Echarri (2007)

*b) Alteraciones químicas del agua*

**CUADRO N° 2. ALTERACIONES QUÍMICAS DEL AGUA**

<b>Alteraciones químicas</b>	<b>Contaminación que indica</b>
pH	<p>Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO<sub>2</sub> disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO<sub>2</sub> formando un sistema tampón carbonato / bicarbonato.</p> <p>Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc.</p>
Oxígeno disuelto (OD)	Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, mala calidad del agua e

	<p>incapacidad para mantener determinadas formas de vida.</p>
<p>Materia orgánica biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)</p>	<p>DBO5 es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando cual está siendo la eficacia del tratamiento depurador en una planta.</p>
<p>Materiales oxidables: Demanda Química de Oxígeno (DQO)</p>	<p>Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales.</p>
<p>Nitrógeno total</p>	<p>Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización.</p> <p>El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. En los análisis habituales se suele determinar el NTK</p>

	(nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal. El contenido en nitratos y nitritos se da por separado.
Fósforo total	<p>El fósforo, como el nitrógeno, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización.</p> <p>El fósforo total incluye distintos compuestos como diversos ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en ortofosfatos que son los que se determinan por análisis químico.</p>
<p>Aniones:</p> <p>cloruros</p> <p>nitratos</p> <p>nitritos</p> <p>fosfatos</p> <p>sulfuros</p> <p>cianuros</p> <p>fluoruros</p>	<p>indican salinidad</p> <p>indican contaminación agrícola</p> <p>indican actividad bacteriológica</p> <p>indican detergentes y fertilizantes</p> <p>Indican acción bacteriológica anaerobia (aguas negras)</p> <p>indican contaminación de origen industrial</p> <p>En algunos casos se añaden al agua para la prevención de las caries, aunque es una práctica muy discutida.</p>
<p>Cationes:</p> <p>sodio</p>	

calcio y magnesio	indica salinidad
amonio	están relacionados con la dureza del agua
metales pesados	contaminación con fertilizantes y heces  de efectos muy nocivos; se bioacumulan en la cadena trófica; (se estudian con detalle en el capítulo correspondiente)
Compuestos orgánicos	Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos.  Los fenoles pueden estar en el agua como resultado de contaminación industrial y cuando reaccionan con el cloro que se añade como desinfectante forman clorofenoles que son un serio problema porque dan al agua muy mal olor y sabor.

Fuente: Luis Echarri (2007)

*c) Alteraciones biológicas del agua*

**CUADRO N° 3. ALTERACIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA**

Alteraciones biológicas del agua	Contaminación que indican
Bacterias Coliformes	Desechos fecales

Virus	Desechos fecales y restos orgánicos
Animales, plantas, microorganismos.	Eutrofización

Fuente: Luis Echarri (2007)

### ***1.2.4 Agua para uso agrícola***

Según el Texto Unificado de Legislación Ambiental (2010) “Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes”.

#### ***1.2.4.1 Parámetros de calidad del agua para uso agrícola.***

##### ***A) Físicos***

- ***Color.***

Según MARTÍNEZ Y RODRÍGUEZ (2002) “El color lo causa el material orgánico disuelto de vegetación en descomposición y cierta materia inorgánica en el agua”

ECHARRI (2007) “dice que las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores pero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación”

- *Turbidez.*

Según RODRIGUEZ Y LLORE (2005) La turbidez en el medio natural puede ser orgánica, producida por algas y materia orgánica en suspensión; e inorgánica constituida por partículas de diferente tamaño en suspensión, como arcillas, especialmente introducidas en el transcurso del canal, producidas por la erosión del cauce.

- *Sólidos Totales Disueltos.*

RODRIGUEZ Y LLORE (2005) Dicen que los análisis de sólidos son importantes en el control de los procesos físicos y biológicos. Los STD tienen un significado especial debido a que muchas aguas contienen cantidades poco usuales de sales inorgánicas disueltas, este parámetro está relacionado con la conductividad y al igual que los STD.

#### *B) Químicos.*

- *pH.*

La determinación de pH es muy importante en la calidad del agua de riego, la que debe soportar rangos de 6.5 a 7.5 con el objeto que los cultivos sean aptos para el consumo humano y no fuentes de contaminación. El pH del agua en sí mismo no es un problema aunque un pH fuera del intervalo 6.5-8.4 es buen indicador de una calidad del agua anormal o de la presencia de un ion tóxico, llegando a ser

necesaria una evaluación detallada del agua. Esta posibilidad de contaminación puede incidir muy negativamente sobre la población microbiana del suelo, alterar los equilibrios existentes en el mismo y hasta dañar el sistema radicular de las plantas. RODRIGUEZ Y LLORE (2005).

- ***Dureza.***

Se habla de aguas duras o blandas para determinar calidad de las mismas. Las primeras tienen alto tenor de sales de calcio y magnesio disueltas. Las blandas son pobres en estas sales.

- Bicarbonato de calcio y magnesio: Dureza Temporal
- Sulfato y cloruro de calcio y magnesio: Dureza Permanente

Puede haber también nitratos, fosfatos, silicatos, etc. (dureza permanente). El agua debe tener una dureza comprendida entre 60 y 100 mg/l. no siendo conveniente aguas de dureza inferiores a 40 mg/l, por su acción corrosiva. Valor máximo aceptable de Dureza Total ( $\text{CaCO}_3$ ) 400 mg/l. GORDILLO Y JIMBO (2010)

- ***Cloruros.***

El ion cloruro en cantidades muy pequeñas es un elemento imprescindible para el desarrollo de una planta, sin embargo por encima de ciertos límites puede ser muy peligroso. El contenido de cloruros de un agua de riego está ligado estrechamente con el contenido de sales totales por lo que un agua con alta conductividad debe tener alto el nivel de cloruros.

De una manera general podemos hacer una pequeña clasificación:

**Plantas sensibles al ion cloruro con límite máximo en agua de riego de 200 ppm:**

- ✓ Aguacates, limoneros, plataneras.

**Plantas con tolerancia media al ion cloruro con un límite máximo de 300 ppm.**

- ✓ Hortalizas en general.

**Plantas tolerantes al ion cloruro;**

- ✓ Tomate, alfalfa, algodón. PÉREZ (2006)

- ***Boro***

Según SÁNCHEZ (2007) El Boro, a diferencia del Sodio, es un elemento esencial para el desarrollo de la planta y es necesario relativamente en cantidades mínimas; sin embargo, si está presente en apreciables cantidades que la necesaria, causa toxicidad. Los síntomas de toxicidad son normalmente mostrados en las hojas viejas como amarillamiento, parcelamiento o secado del tejido de las hojas, de las puntas y bordes hacia adentro. p 4

- ***Sodio***

Según SÁNCHEZ (2007) Su toxicidad no es fácilmente diagnosticada como el cloro, pero se han reportado casos usando aguas con alta concentración de sodio (alto % Na o alto RAS). Síntomas de toxicidad típicos como “chamuscado” y muerte de tejidos y, quemaduras fuera del

**borde de las hojas son encontrados (contrariamente al cloro). Es corregida si se aumenta suficientemente el calcio al suelo. p 4**

- *Cadmio*

El Cadmio puede ser absorbido por las plantas y acumulado en cantidades que pueden entrañar serios riesgos para la salud humana. Por su alta toxicidad ocasiona serios trastornos en la actividad enzimática de la planta. Se le atribuye un marcado efecto en la reducción del crecimiento, la extensibilidad de la pared celular, el contenido de clorofila. Todos los efectos negativos varían de una especie a otra. Se establece una concentración de 0,01 mg/l de Cadmio para aguas destinadas al riego, este valor se sustenta en la investigación elaborada por la FAO, bajo criterios toxicológicos de su alta concentración en vegetales y en el suelo. El Cadmio es tóxico para los frijoles, remolacha y nabo en concentraciones tan bajas como 0.1 mg/l en soluciones nutritivas. FAO (1987).

- *Plomo*

El plomo no es un elemento esencial para las plantas, los animales y la nutrición de los seres humanos. El plomo (Pb) se encuentra naturalmente en tres estados de oxidación, metal,  $Pb^{2+}$  y  $Pb^{4+}$ . El  $Pb^{4+}$  sólo puede existir bajo condiciones extremas de pH y potencial de óxido – reducción. El plomo puede entrar a la planta a través del sistema de la raíz o de las hojas, Las diferentes partes de las plantas acumulan el plomo en diferentes grados. En general, las partes del fruto y de la flor acumulan las cantidades más pequeñas de plomo. FAO (1987).

- ***Cromo Hexavalente***

El Cr VI se encuentra comúnmente en forma de oxianiones hidrosolubles, cromatos ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) y dicromatos ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ), mientras que el Cr III en forma de óxidos, hidróxidos o sulfatos que son menos móviles y existe unido a materia orgánica en el suelo y en ambientes acuáticos. El Cr VI es un fuerte agente oxidante y en presencia de materia orgánica, es reducido a Cr III; esta transformación es más rápida en ambientes ácidos. Sin embargo, niveles elevados de Cr VI pueden sobrepasar la capacidad reductora del ambiente y puede así persistir como un contaminante. GUTIÉRREZ Y CERVANTES (2008).

### ***C) Microbiológicos***

- ***Índice de coliformes totales***

Su hábitat natural es el intestino humano y su presencia en el río indica contaminación cloacal. Para que el agua sea potable no debe tener más de 2/100 ml (dos bacterias cada 100 mililitros) y para que un río sea factible de potabilizar no puede superar los 5.000/ml. Los microorganismos comprenden todas las bacterias en forma de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gran Negativos no esporulados, que pueden desarrollarse en inhibición del crecimiento y fermentan la lactosa con la producción de ácido y gas a una temperatura de 35°C en un periodo de 24 a 48 horas ROMERO (2007).

- ***Índice de Coliformes fecales***

Comprende todas las bacterias en forma de bacilos aerobios y anaerobios facultativos gran Negativos no esporulados, que pueden desarrollarse en presencia

de sales biliares u otros agentes tenso activos con similares propiedades de inhibición del crecimiento y fermentan lactosa con la producción de ácido y gas a una temperatura de  $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  en menos de  $24 \pm 2$  horas.

Dentro del grupo de Coliformes se considera a *Escherichia coli* de origen fecal exclusivamente, y por ello es el organismo indicador preferido de contaminación fecal. Un indicador más secundario, que se determine habitualmente, son los estreptococos fecales, cuya presencia es fácil de detectar en aguas recientemente contaminadas ROMERO (2007).

### ***1.2.5 Normativa Legal***

Hace referencia a todas las leyes u ordenanzas establecidas por los Gobiernos seccionales, sobre los Recursos Naturales principalmente sobre el Recurso Hídrico.

#### ***A) Constitución Nacional de la República del Ecuador del 2008***

El artículo 411 establece que: 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 de las fuentes y zonas de recarga de agua.

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

El artículo 412 manifiesta que: La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

***B) Ley de aguas: de la conservación y contaminación de las aguas***

Codificación 16, Registro Oficial 339 de 20 de Mayo del 2004.

**CAPITULO I**  
**DE LA CONSERVACIÓN**

**Art. 20.-** A fin de lograr las mejores disponibilidades de las aguas, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, prevendrá, en lo posible, la disminución de ellas, protegiendo y desarrollando las cuencas hidrográficas y efectuando los estudios de investigación correspondientes.

**Art. 21.-** El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.

El recurso hídrico en las comunidades del Cantón debe ser conservado y protegido debido a que a futuro el caudal disminuirá perdiendo las cuencas hidrográficas; y así los usuarios no tendrán líquido vital para su subsistencia.

## **CAPITULO II**

### **DE LA CONTAMINACIÓN**

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

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición.

Los usuarios de las comunidades deben tener conciencia en que las vertientes y sitios aledaños a estas no son espacios de recreación para llevar a los animales domésticos a pastorear o beber; el recurso agua de las vertientes debe ser utilizado únicamente para el ser humano.

#### ***C) Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2002)***

En este sentido, el CNRH, (2002). Como Autoridad Nacional del Agua ha recopilado ciertas normas básicas de calidad y pretende establecer ciertos lineamientos fundamentales para avanzar hacia una verdadera gestión administrativa de la calidad de los recursos hídricos en el Ecuador, de manera que le permitan establecer una planificación de la calidad de los recursos hídricos a largo plazo.

#### ***c.1) Uso y Calidad del Agua para Riego. CNRH (2002)***

El productor para acceder a la certificación deberá presentar los resultados de análisis físico, químico y microbiológico y demostrar la calidad del agua de riego en cada finca. Las muestras deberán ser tomadas en la finca cada dos años.

a. Será potestad del Comité el solicitar análisis en casos necesarios.

Los resultados no deberán rebasar los límites máximos permisibles de contaminantes especificados.

b. Si los análisis presentados demuestran que el agua está bajo del límite permitido (50% del máximo), en caso del sistema de riego por 30 aspersiones deberán tomarse medidas correctivas que garanticen la calidad sanitaria de los productos comestibles y eviten las siguientes condiciones:

- El contacto de la parte comestible con agua de riego (ejemplo acelgas, lechuga, brócoli, fresas, entre otras) sea evitada; y, el riego que facilite la acumulación o retención de agua en hojas o superficies rugosas de las frutas y hortalizas. (Ejemplo riego por aspersión y nebulización).

c. Se prohibirá usar aguas residuales (aguas sucias, servidas, aguas negras) no tratadas para el riego.

***D) TULAS, Libro VI Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua***

- **Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico.**

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.

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):

**TABLA 1. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO, QUE ÚNICAMENTE REQUIEREN TRATAMIENTO CONVENCIONAL.**

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniaco	mg/l	1,0
Amonio	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	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	2,0
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	µg/l	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento c.

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado Como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO4=	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural + o - 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0
*Productos para la desinfección		mg/l	0,1
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C6H6	µg/l	10,0
Benzo(a) pireno		µg/l	0,01
Etilbenceno		µg/l	700
Estireno		µg/l	100
Tolueno		µg/l	1 000
Xilenos (totales)		µg/l	10 000
Pesticidas y herbicidas			
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Dibromocloropropano (DBCP)	Concentración total de DBCP	µg/l	0,2
Dibromoetileno (DBE)	Concentración total de DBE	µg/l	0,05

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Dicloropropano (1,2)	Concentración total de dicloropropano	µg/l	5
Diquat		µg/l	70
Glifosato		µg/l	200
Toxafeno		µg/l	5
Compuestos Halogenados			
Tetracloruro de carbono		µg/l	3
Dicloroetano (1,2-)		µg/l	10
Dicloroetileno (1,1-)		µg/l	0,3
Dicloroetileno (1,2-cis)		µg/l	70
Dicloroetileno (1,2-trans)		µg/l	100
Diclorometano		µg/l	50
Tetracloroetileno		µg/l	10
Tricloroetano (1,1,1-)		µg/l	200
Tricloroetileno		µg/l	30
Clorobenceno		µg/l	100
Diclorobenceno (1,2-)		µg/l	200
Diclorobenceno (1,4-)		µg/l	5
Hexaclorobenceno		µg/l	0,01
Bromoximil		µg/l	5
Diclorometano		µg/l	50
Tribrometano		µg/l	2

- *Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego*

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes. Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma. Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación en la tabla 6 del Tulas Libro VI Anexo 1:

**TABLA 6. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA AGUAS DE USO AGRÍCOLA.**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	visible		<b>Ausencia</b>
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag		
Potencial de hidrógeno	pH	mg/l	0,05
Plomo	Pb		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,05
Sólidos disueltos totales		mg/l	0,02
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			3 000,0 mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano nmp/100	mg/l	0,3
Coniformes Totales		ml	1 000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	<b>cero</b>
Zinc	Zn	mg/l	2,0

### 1.3 Marco Conceptual

**Boro.-** Constituye el 0.001% en la corteza terrestre. Nunca se ha encontrado libre. Está también presente en el agua de mar en unas cuantas partes por millón (ppm). Existe en pequeñas cantidades en la mayoría de los suelos y es un constituyente esencial de varios silicatos tales como la turmalina y la datolita.

**Captación.-** Es un conjunto de elementos estructurales e hidráulicos ubicados en sitios estratégicos según la topografía y el tipo de emanación del agua que se produzca ya sea esta superficial o subterránea con el fin de recolectarla y almacenarla para consumo humano y/o uso agrícola.

**Caudal.-** Flujo de agua superficial en un río o en un canal.

**Cadmio.-** se encuentra normalmente en la forma divalente, formando compuestos orgánicos e inorgánicos, principalmente como ión libre, cloruros y carbonatos. Los carbonatos, sulfuros, e hidróxidos de cadmio presentan una baja solubilidad.

**CESA.-** Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas.

**Coliformes.-** Grupo de bacterias que comprende todos los bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos, no esporulados que producen ácido y gas al fermentar la lactosa.

**Color.-** Es el resultado de la presencia de materiales de origen vegetal tales como ácidos húmicos, turba, plancton, y de ciertos metales como hierro, manganeso, cobre y cromo, disueltos o en suspensión.

**CNRH.-** Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

**Cloruros.-** Es el sabor desagradable que comunican al agua. Son también susceptibles de ocasionar una corrosión en las canalizaciones y en los depósitos, en particular para los elementos de acero inoxidable.

**Cromo VI.-** Es un metal que se halla espontáneamente en el agua, el suelo y las rocas. También se lo encuentra en los cultivos y como elemento remanente en los

suelos agrícolas. Además, hay niveles traza de cromo en el medio ambiente, el cual proviene de la actividad industrial.

**Dureza permanente.-** Es la que existe después de la ebullición del agua, es la diferencia entre las otras dos tipos de dureza.

**Dureza temporal.-** Es la que corresponde a la proporcionada por los hidrogenocarbonatos de calcio y magnesio, desaparece por ebullición pues se precipitan los carbonatos.

**Dureza total.-** Es la suma total de las concentraciones de sales de calcio y magnesio, se mide por complexometría con EDTA, se expresa numéricamente en forma de carbonato de calcio u óxido de calcio, pueden también utilizarse los grados hidrotimétricos (1° francés=10 mg de carbonato de calcio/l).

**FAO.-** Organización para la Agricultura y Alimentos de las Naciones Unidas.

**NMP/100cc** Es el número más probable de microorganismos coliformes que se pueden encontrar estadísticamente en una muestra de agua de 100 cc.

**OMS:** Organización mundial de la salud.

**Plomo.-** Es un elemento tóxico no esencial, con capacidad de bioacumulación; afecta prácticamente a todos los órganos y/o sistemas del organismo humano. Es usado en la producción de baterías ácidas de plomo, soldaduras, aleaciones, pigmentos, vidrios y estabilizadores de plástico.

**pH.-** Logaritmo negativo de base 10 de la concentración acuosa de iones hidrógeno:  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ . Conociendo este parámetro se puede decir si una sustancia es ácida o alcalina.

**Turbidez.-** Es una medida de la dispersión de la luz por el agua como consecuencia de la presencia en la misma de materiales suspendidos coloidales y/o particulados.

## CAPITULO II

### 2. APLICACIÓN METODOLÓGICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 2.1 Tipos de Investigación

Para el desarrollo de la siguiente investigación se requirió de:

***a) Investigación bibliográfica***

Para desarrollar esta investigación se utilizó en primera instancia la investigación bibliográfica documental para fortalecer el marco teórico basándose en estudios ya realizados para establecer el plan de tesis.

***b) Investigación Exploratoria.***

El objetivo de la investigación exploratoria es recopilar la información preliminar que ayudará a definir problemas y a sugerir hipótesis. Se la utilizó en el planteamiento del problema y la hipótesis.

***c) Investigación descriptiva***

El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción

exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

Esta investigación nos sirvió en la identificación de las variables de estudio, es decir definir las VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES y su relación.

#### ***d) Investigación cuali – cuantitativa***

Se dedica a recoger, procesar y analizar datos cuantitativos o numéricos sobre variables previamente determinadas, vale decir que la investigación cuantitativa estudia la asociación o relación entre las variables que han sido cuantificadas, esta investigación se la utilizó para la interpretación de los resultados y el análisis de cada uno de los indicadores evaluados.

#### ***e) Investigación de campo***

La investigación de campo se utilizó para el trabajo in situ en el lugar de estudio, en la recopilación de datos del canal, la realización del monitoreo y recolección de muestras del agua del tramo que atraviesa por el CEASA.

## ***2.2 Metodología***

### ***2.2.1 Muestreo***

En primera instancia se requirió de información bibliográfica y de recopilación de datos de campo, necesarios para la realización del muestreo.

La toma de muestras se realizó según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo; esta Norma nos ayudó a definir el tipo de muestras y consideraciones a tomar en cuenta, en el momento de la recolección de las muestras.

También se aplicó la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2226:2012 Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Diseño de los Programas de Muestreo. Esta norma nos da a conocer los factores a considerar en los canales, ríos y vertientes para la toma de muestras.

Para la conservación de las mismas, se aplicó la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras. Según indica la (TABLA 1) Técnicas generales para la conservación de muestras análisis físico-químico.

Se recogieron 9 muestras continuas en 3 diferentes puntos, días y horarios, una vez realizado el muestreo se obtuvieron 3 muestras compuestas de los 3 puntos del canal; al inicio, en la derivación, y en la terminación del mismo, de estas 3 muestras compuestas se realizaron los análisis físico-químico y microbiológico del agua para la determinación de los contaminantes presentes en el Canal de Riego Latacunga-Salcedo-Ambato.

## 2.2.2 Puntos de muestreo

*A) Punto 1: (Abs 6+782.50) Salida del túnel 6 del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato tramo Ceasa.*

- *Muestra N° 1*

**TABLA N° 1. DATOS DE LA MUESTRA N° 1 DEL PUNTO 1**

Sector	Muestra	Fecha	Hora	Coordenadas		Descripción	Materiales
				X	Y		
Punto 1	Muestra continua N° 1	Martes 12 de Noviembre de 2013.	06h00 am	764491 E	9889608 N	La toma de la muestra 1 del punto 1 (Abs 6+782.50) se la realizó a la salida del túnel 6 del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato del tramo CEASA.	Mandil, Guantes, Cintas de pH, Cooler, Botella de polietileno de 2L.

Elaborado por: Autoras (2013)

- *Muestra N° 2*

**TABLA N° 2. DATOS DE LA MUESTRA N° 2 DEL PUNTO 1**

Sector	Muestra	Fecha	Hora	Coordenadas		Descripción	Materiales
				X	Y		
Punto 1	Muestra continua N°2	Martes 12 de Noviembre de 2013.	11h58 am.	764491 E	9889608 N	La toma de la muestra 2 del punto 1 (Abs 6+782.50) se la realizó a la salida del túnel 6 del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato del tramo CEASA.	Mandil, Guantes, Cintas de pH, Cooler, Botella de polietileno de 2L.

Elaborado por: Autoras (2013)

- *Muestra N° 3*

**TABLA N° 3. DATOS DE LA MUESTRA N° 3 DEL PUNTO 1**

Sector	Muestra	Fecha	Hora	Coordenadas		Descripción	Materiales
				X	Y		
Punto 1	Muestra continua N°3	Martes 12 de Noviembre de 2013.	17 h55 pm.	764491 E	9889608 N	La toma de la muestra 3 del punto 1 (Abs 6+782.50) se la realizó a la salida del túnel 6 del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato del tramo CEASA.	Mandil, Guantes, Cintas de pH, Cooler, Botella de polietileno de 2L.

**Elaborado por:** Autoras (2013)

- *Muestra compuesta N° 1*

**TABLA N° 4. DATOS DE LA MUESTRA COMPUESTA N° 1**

Sector	Muestra	Fecha	Hora	Coordenadas		Descripción	Materiales
				X	Y		
Punto 1	Muestra compuesta N°1	Miércoles 13 de Noviembre de 2013.	6h30 am.	764491 E	9889608 N	La muestra compuesta 1 es la unión de las tres muestras tomadas en tres distintos horarios, del punto 1 (Abs 6+782.50) a la salida del túnel 6 del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato del tramo CEASA.	Mandil, Guantes, Cooler, Botella de polietileno de 6L.

**Elaborado por:** Autoras (2013)

**B) Punto 2: (Abs 6+872.50) Derivación del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato hacia Ceasa.**

- **Muestra N° 1**

**TABLA N° 5. DATOS DE LA MUESTRA N° 1 DEL PUNTO 2**

Sector	Muestra	Fecha	Hora	Coordenadas		Descripción	Materiales
				X	Y		
Punto 2	Muestra continua N° 1	Martes 19 de Noviembre de 2013.	06h03 am	764441 E	9889534 N	La toma de la muestra 1 del punto 2 (Abs 6+872.50) se la realizó en la derivación del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato hacia CEASA.	Mandil, Guantes, Cintas de pH, Cooler, Botella de polietileno de 3L.

Elaborado por: Autoras (2013)

- **Muestra N° 2**

**TABLA N° 6. DATOS DE LA MUESTRA N° 2 DEL PUNTO 2**

Sector	Muestra	Fecha	Hora	Coordenadas		Descripción	Materiales
				X	Y		
Punto 2	Muestra continua N° 2	Martes 19 de Noviembre de 2013.	12h00 pm	764441 E	9889534 N	La toma de la muestra 2 del punto 2 (Abs 6+872.50) se la realizó en la derivación del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato hacia CEASA.	Mandil, Guantes, Cintas de pH, Cooler, Botella de polietileno de 3L.

Elaborado por: Autoras (2013)

- *Muestra N° 3*

**TABLA N° 7. DATOS DE LA MUESTRA N° 3 DEL PUNTO 2**

Sector	Muestra	Fecha	Hora	Coordenadas		Descripción	Materiales
				X	Y		
Punto 2	Muestra continua N° 3	Martes 19 de Noviembre de 2013.	17h58 pm	764441 E	9889534 N	La toma de la muestra 3 del punto 2 (Abs 6+872.50) se la realizó en la derivación del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato hacia CEASA.	Mandil, Guantes, Cintas de pH, Cooler, Botella de polietileno de 3L.

**Elaborado por:** Autoras (2013)

- *Muestra compuesta N° 2*

**TABLA N° 8. DATOS DE LA MUESTRA COMPUESTA N° 2**

Sector	Muestra	Fecha	Hora	Coordenadas		Descripción	Materiales
				X	Y		
Punto 2	Muestra compuesta N°2	Miércoles 20 de Noviembre de 2013.	6h35 am.	764441 E	9889534 N	La muestra compuesta 2 es la unión de las tres muestras tomadas en tres distintos horarios, del punto 2 (Abs 6+872.50) de la derivación del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato hacia CEASA.	Mandil, Guantes, Cooler, Botella de polietileno de 6L.

**Elaborado por:** Autoras (2013)

**C) Punto 3: (Abs 7+154.10) Entrada del túnel 8 del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato del tramo Ceasa.**

- **Muestra N° 1**

**TABLA N° 9. DATOS DE LA MUESTRA N° 1 DEL PUNTO 3**

Sector	Muestra	Fecha	Hora	Coordenadas		Descripción	Materiales
				X	Y		
Punto 3	Muestra continua N° 1	Martes 26 de Noviembre de 2013.	06h05 am	764476 E	9889271 N	La toma de la muestra 1 del punto 3 (Abs 7+154.10) se la realizó en la entrada del túnel 8 del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato del tramo CEASA.	Mandil, Guantes, Cintas de pH, Cooler, Botella de polietileno de 3L.

**Elaborado por:** Autoras (2013)

- **Muestra N° 2**

**TABLA N° 10. DATOS DE LA MUESTRA N° 2 DEL PUNTO 3**

Sector	Muestra	Fecha	Hora	Coordenadas		Descripción	Materiales
				X	Y		
Punto 3	Muestra continua N° 2	Martes 26 de Noviembre de 2013.	12h00 pm	764476 E	9889271 N	La toma de la muestra 2 del punto 3 (Abs 7+154.10) se la realizó en la entrada del túnel 8 del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato del tramo CEASA.	Mandil, Guantes, Cintas de pH, Cooler, Botella de polietileno de 3L.

**Elaborado por:** Autoras (2013)

- *Muestra N° 3*

**TABLA N° 11. DATOS DE LA MUESTRA N° 3 DEL PUNTO 3**

Sector	Muestra	Fecha	Hora	Coordenadas		Descripción	Materiales
				X	Y		
Punto 3	Muestra continua N° 3	Martes 26 de Noviembre de 2013.	18h00 pm	764476 E	9889271 N	La toma de la muestra 3 del punto 3 (Abs 7+154.10) se la realizó en la entrada del túnel 8 del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato del tramo CEASA.	Mandil, Guantes, Cooler, Botella de polietileno de 3L.

**Elaborado por:** Autoras (2013)

- *Muestra compuesta N° 3*

**TABLA N° 12 DATOS DE LA MUESTRA COMPUESTA N° 3**

Sector	Muestra	Fecha	Hora	Coordenadas		Descripción	Materiales
				X	Y		
Punto 3	Muestra compuesta N°3	Miércoles 27 de Noviembre de 2013.	6h30 am.	764476 E	9889271 N	La muestra compuesta 3 es la unión de las tres muestras tomadas en tres distintos horarios, del punto 3 (Abs 7+154.10) de la entrada del túnel 8 del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato del tramo CEASA.	Mandil, Guantes, Cooler, Botella de polietileno de 6L.

**Elaborado por:** Autoras (2013)

## ***2.3 Unidad de estudio***

En la presente investigación la unidad de estudio es el Agua del Canal de riego Latacunga–Salcedo–Ambato, pues es donde se recolecto las muestras para los análisis físico-químico y microbiológico.

### ***2.3.1 Ubicación del ensayo***

#### ***2.3.1.1 Centro Experimental Académico Salache UTC (CEASA)***

- ***Datos Generales***

**Nombre de la Hacienda:** Centro Experimental Académico Salache  
**Propietario:** Universidad Técnica de Cotopaxi.  
**Dirección:** Av. Simón Rodríguez (La Matriz)  
Campus Salache Bajo (CEASA)

- ***Situación Legal***

**Año de compra:** 19 de diciembre de 1997  
**Superficie según escrituras:** 48 has

- ***Ubicación***

**Provincia:** Cotopaxi.  
**Cantón:** Latacunga.  
**Parroquia:** Eloy Alfaro  
**Barrio:** Salache bajo.

- ***Linderos***

<b>Al norte:</b>	Predio de la señora Olga Estupiñán de Alarcón y Quebrada Seca.
<b>Al sur:</b>	Predio de los Herederos Acurio.
<b>Al oriente:</b>	Río Salache.
<b>Al occidente:</b>	Hacienda de San Agustín y Comuna Alpamalag.

- ***Vías de Comunicación***

- ✓ ***Vías Externas***

Para llegar al Centro Experimental Académico Salache, existen las siguientes vías de acceso:

**Vía N°1.-** Panamericana Sur 4.5 Km desde el Mall la Maltería hasta la gasolinera Silva, vía de primer orden en ampliación.

De la entrada al Colegio Ramón Barba Naranjo dirección Sur Occidente hasta la hacienda Salache CEASA tenemos 7 Km con una vía de acceso de segundo orden en malas condiciones por el tránsito de ganado y la época invernal.

**Vía N°2.-** Panamericana Sur 7.9 Km desde el Mall la Maltería hasta la entrada a Illuchi, vía de primer orden en ampliación.

De la entrada a Illuchi dirección Sur Occidente hasta la hacienda Salache CEASA tenemos 5 Kilómetros con una vía de acceso de segundo orden en condiciones accesibles.

Panamericana Sur 8.9 Km desde el Mall la Maltería hasta la entrada a el barrio la Cangahua, vía de primer orden en ampliación.

De la entrada a la Cangahua dirección Sur Occidente hasta la hacienda Salache CEASA tenemos 4.85 Kilómetros con una vía de acceso de segundo orden en condiciones accesibles.

#### ✓ *Vías Internas*

Contamos con una vía de acceso de primer orden con un adoquinado en buenas condiciones.

Varios caminos de tierra que constituyen la vía de acceso de segundo orden que son utilizados únicamente para la circulación de personas, animales y maquinaria agrícola.

#### • *Servicios Existentes*

La Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, cuenta con los siguientes servicios:

#### ✓ *Agua de Riego*

##### **Canal de riego Latacunga–Salcedo- Ambato.**

Se cuenta con agua de riego del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato con una asignación de 5lts/seg. La misma que mediante bombeo se eleva hasta el reservorio de CEASA. El ensayo se lo realizó en un tramo del canal que atraviesa por dicho Centro, además se cuenta con el agua de riego de la acequia alta 1 los días miércoles y jueves, de la acequia baja 2, los lunes y martes todo el día y de la acequia Egas 3 el riego es permanente y recorre la parte baja de la hacienda.

- *Servicios Básicos*

Se cuenta con concesión propia del agua potable, fluido eléctrico de Elépc S.A. telefonía pública de CNT, acceso a Internet, se cuenta con transporte urbano Sultana de Cotopaxi y la recolección de basura que son los días martes y jueves.

- *Características Climatológicas*

<b>Nubosidad promedio:</b>	7/8
<b>Humedad relativa:</b>	70%
<b>Heliofania mensual:</b>	120 horas
<b>Velocidad del viento:</b>	2.5 m/s
<b>Viento dominante:</b>	SE
<b>Pluviosidad:</b>	550 mm anuales
<b>Temperatura promedio anual:</b>	13.5 grados centígrados
<b>Clima:</b>	Mesotérmico con invierno seco

Fuente: Disponible en la página electrónica <http://www.utc.edu.ec/utc3/en-us/lautc/campus/ceypsa/datosgenerales.aspx>.

- *Características Ecológicas*

- Su geografía es muy irregular.
- Cobertura vegetal en la planicie de 22 Has. Que corresponde al 35% y sin cobertura vegetal de 26 Has. Que corresponde al 65%.
- Ecosistema variado y zona de mucha influencia, pudiendo ser frágil con valor ecológico alto.

## ***2.4 Métodos y Técnicas***

### ***2.4.1 Métodos***

En el presente trabajo investigativo se utilizaron los siguientes métodos:

#### ***A) Método de observación***

Es el proceso de conocimiento por el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en el objeto de conocimiento. Mediante este método se pudo identificar el objeto de estudio como es el Canal de riego, además recopilar datos e información necesaria para la investigación.

#### ***B) Método inductivo.***

Este método es aquel que parte de los datos particulares para llegar a conclusiones generales y se lo utilizó para definir la hipótesis a evaluar.

#### ***C) Método analítico***

El método analítico consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos.

Este método nos permitió conocer más acerca del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

Este método nos permitió analizar cada uno de los resultados obtenidos mediante los análisis realizados en el laboratorio.

#### ***D) Método sintético***

El método sintético es un proceso de razonamiento que tiende a reconstruir un todo, a partir de los elementos distinguidos por el análisis; se trata en consecuencia de hacer una explosión metódica y breve, en resumen.

Este método se utilizó para realizar la interpretación de resultados y poder establecer conclusiones y recomendaciones.

#### ***2.4.2 Técnicas.***

##### ***A) La observación***

Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

Existen dos clases de observación: la observación no científica y la observación científica.

***a.1) Observación no científica:*** significa observar sin intención, sin objetivo definido y por tanto, sin preparación previa.

***a.2) Observación científica:*** Significa observar con un objetivo claro, definido y preciso: el investigador sabe qué es lo que desea observar y para qué quiere hacerlo, lo cual implica que debe preparar cuidadosamente la observación.

En la presente investigación aplicamos la observación de Campo y de Laboratorio que está dentro de la observación científica.

La observación de campo es el recurso principal de la observación descriptiva; se realiza en los lugares donde ocurren los hechos o fenómenos investigados, esta

observación nos ayudó en la recolección de muestras del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato y en la recopilación de datos.

La observación de laboratorio se entiende de dos maneras: por un lado, es la que se realiza en lugares pre-establecidos para el efecto tales como los museos, archivos, bibliotecas y naturalmente los laboratorios; por otro lado, también es investigación de laboratorio la que se realiza con grupos humanos previamente determinados, para observar sus comportamientos y actitudes. La observación de laboratorio se utilizó para la realización de los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua.

2.4 Operacionalización de variables

VARIABLES E INDICADORES

CUADRO N° 4. VARIABLES E INDICADORES

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES.
Calidad del agua.	Aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.	<p>Parámetros Físicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Color</li> <li>-Turbidez</li> <li>-STD</li> </ul> <p>Parámetros Químicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-pH</li> <li>-Dureza</li> <li>-Cloruros</li> <li>-Boro</li> <li>-Sodio</li> <li>-Cadmio</li> <li>-Plomo</li> <li>-Cromo VI</li> </ul> <p>Parámetros Microbiológicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Índice de coliformes totales</li> <li>-Índice de coliformes fecales</li> </ul>

Elaborado por: Autoras (2013)

### 2.5.1 Variables evaluadas

- **Parámetros Físicos:**
  - ✓ Color
  - ✓ Turbidez
  - ✓ Solidos Totales Disueltos
  
- **Parámetros Químicos:**
  - ✓ pH
  - ✓ Dureza
  - ✓ Cloruros
  - ✓ Boro
  - ✓ Sodio
  - ✓ Cadmio
  - ✓ Plomo
  - ✓ Cromo VI
  
- **Parámetros Microbiológicos:**
  - ✓ Índice de coliformes totales
  - ✓ Índice de coliformes fecales

## 2.6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Se recogieron 9 muestras continuas en 3 diferentes puntos, días y horarios, una vez realizado el muestreo se obtuvieron 3 muestras compuestas de los 3 puntos del canal; a la salida del túnel 6 en el inicio, en la derivación, y en la entrada del túnel 8 es decir la terminación del canal de riego en el tramo del Centro Experimental Académico Salache, de estas 3 muestras compuestas se realizaron los análisis físico-químico, y microbiológicos del agua.

### 2.6.1 Resultados de los análisis de laboratorio

**TABLA N° 13. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LA MUESTRA COMPUESTA 1**

Parámetros	Unidades	Método	Resultado	Límite máximo permisible
Color	HAZEN	MAM-76/MÉTODO RAPIDO MERCK	16	100
Turbidez	UNT	MAM-78/MÉTODO RAPIDO MERCK	5	100
Solidos disueltos	mg/l	MAM-30/APHA 2540 C MODIFICADO	521	3000
pH	/	MAM-34/APHA 4500 PH + MODIFICADO	8	6--9
Dureza T	mgCaCo <sub>3</sub> /l	MAM-13/APHA 2340 C MODIFICADO	306	500
Cloruros	mg/l	MAM-07/APHA 4500 Cl B MODIFICADO	29	250
Sodio	mg/l	MAM-27/APHA 3111 B MODIFICADO	46	200
Cadmio	mg/l	MAM-04/APHA 3111 D MODIFICADO	<0.02	0,01
Plomo	mg/l	MAM-25/APHA 3111 B MODIFICADO	<0.09	0,05
Cromo VI	mg/l	MAM-75/COLORIMETRICO HAC 90	<0.025	0,1
Boro	mg/l	MAM-80/MÉTODO ESPECTROFOTOMETRICO	0.9	1

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

En la tabla 13 se puede observar que el color, turbidez, solidos disueltos totales, dureza total, cloruros, sodio, cromo VI, y boro se encuentran dentro de los límites

máximos permisibles establecidos en el TULAS, libro VI, Anexo 1 Tablas 1 y 6 mientras que el plomo y cadmio se da por la contaminación de industrias asentadas en las riveras del río Cutuchi, como talleres automotrices de enderezada y pintura en donde se utiliza el plomo ya que es usado en la producción de baterías ácidas, soldaduras, aleaciones, pigmentos, vidrios y estabilizadores de plástico. En cambio el cadmio es utilizado como anticorrosivo, en los fertilizantes y para la pigmentación de plásticos.

**TABLA N° 14. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LA MUESTRA COMPUESTA 2.**

Parámetros	Unidades	Método	Resultado	Límite máximo permisible
Color	HAZEN	MAM-76/MÉTODO RAPIDO MERCK	10	100
Turbidez	UNT	MAM-78/MÉTODO RAPIDO MERCK	20	100
Sólidos disueltos	mg/l	MAM-30/APHA 2540 C MODIFICADO	446	3000
pH	/	MAM-34/APHA 4500 PH + MODIFICADO	8	6--9
Dureza T	mgCaCO <sub>3</sub> /l	MAM-13/APHA 2340 C MODIFICADO	279	500
Cloruros	mg/l	MAM-07/APHA 4500 Cl B MODIFICADO	28	250
Sodio	mg/l	MAM-27/APHA 3111 B MODIFICADO	15.5	200
Cadmio	mg/l	MAM-04/APHA 3111 D MODIFICADO	<0.02	0,01
Plomo	mg/l	MAM-25/APHA 3111 B MODIFICADO	<0.09	0,05
Cromo VI	mg/l	MAM-75/COLORIMETRICO HAC 90	<0.025	0,1
Boro	mg/l	MAM-80/MÉTODO ESPECTROFOTOMETRICO	0.8	1

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador  
**Elaborado por:** Autoras (2014)

En la tabla 14 se puede observar que los parámetros; color, turbidez, sólidos disueltos totales, dureza total, cloruros, sodio, cromo VI, y boro se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en el TULAS, libro VI, Anexo 1 Tablas 1 y 6 mientras que el plomo y cadmio se da por la contaminación de industrias asentadas en las riveras del río Cutuchi, como enderezadas y pintura

en donde se utiliza en mayor cantidad el plomo, en comparación con la (tabla 13) los resultados varían según el modo de transporte de las muestras, las condiciones climáticas, las características del canal, y la variación de las descargas de agua residuales y aguas negras.

**TABLA N° 15. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LA MUESTRA COMPUESTA 3.**

Parámetros	Unidades	Método	Resultado	Límite máximo permisible
Color	HAZEN	MAM-76/MÉTODO RAPIDO MERCK	19	100
Turbidez	UNT	MAM-78/MÉTODO RAPIDO MERCK	10	100
Solidos disueltos	mg/l	MAM-30/APHA 2540 C MODIFICADO	481	3000
pH	/	MAM-34/APHA 4500 PH + MODIFICADO	7.8	6--9
Dureza T	mgCaCO <sub>3</sub> /l	MAM-13/APHA 2340 C MODIFICADO	309	500
Cloruros	mg/l	MAM-07/APHA 4500 Cl B MODIFICADO	28	250
Sodio	mg/l	MAM-27/APHA 3111 B MODIFICADO	24.5	200
Cadmio	mg/l	MAM-04/APHA 3111 D MODIFICADO	<0.02	0,01
Plomo	mg/l	MAM-25/APHA 3111 B MODIFICADO	<0.09	0,05
Cromo VI	mg/l	MAM-75/COLORIMETRICO HAC 90	<0.025	0,1
Boro	mg/l	MAM-80/MÉTODO ESPECTROFOTOMETRICO	0.9	1

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador  
**Elaborado por:** Autoras (2014)

En la tabla 15 se puede observar que los parámetros como son: el color, turbidez, solidos disueltos totales, dureza total, cloruros, sodio, cromo VI, y boro se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en el TULAS, libro VI, Anexo 1 Tablas 1 y 6 mientras que el plomo y cadmio se da por la contaminación de industrias asentadas en las riveras del rio Cutuchi, en comparación con la (tabla 13 y 14) los resultados varían según el modo de transporte de las muestras, las condiciones climáticas, las características del canal, y la variación de las descargas de agua residuales y aguas negras tomando en

cuenta que cada semana varían estas descargas por lo tanto varían los resultados. Existe contaminación por elementos traza y pueden originarse principalmente por la actividad de centros industriales y mineros. También pueden provenir de actividades militares o a través de lixiviados.

**TABLA N° 16. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE 2 MUESTRAS COMPUESTAS DE LOS TRES PUNTOS.**

Parámetros	Unidades	Método	Resultado	Límite máximo permisible
Índice de Coliformes Fecales	NMP/100ml	MMI-12/SM 9221-E	$3.5 \times 10^4$	600
Índice de Coliformes Totales	NMP/100ml	MMI-11/SM 9221-B	$4.9 \times 10^6$	3000

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

Las muestras para los análisis microbiológicos se las recolecto a las 6h00 am en los tres puntos de muestreo en dos días y se las unió para formar dos muestras compuestas para obtener un promedio y saber cuál es el grado de contaminación por bacterias coliformes. En la tabla 16 se observa que no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles por lo que el canal tiene una alta contaminación bacteriana y no es recomendable para ningún tipo de uso.

## 2.6.2 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### A) *Parámetros Físicos*

#### a.1) *Color.*

**TABLA N° 17. RESULTADOS DEL PARÁMETRO COLOR**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rmc 1</b>	<b>Rmc 2</b>	<b>Rmc 3</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Color	HAZEN	16	10	19	100

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 1

**Rmc 2:** Resultado de la muestra compuesta 2

**Rmc 3:** Resultado de la muestra compuesta 3

#### **Análisis:**

El parámetro color dentro de la calidad del agua para uso agrícola es indispensable, este parámetro no se contempla en la Tabla 6 del TULAS, sin embargo por su importancia se ha realizado los análisis del mismo.

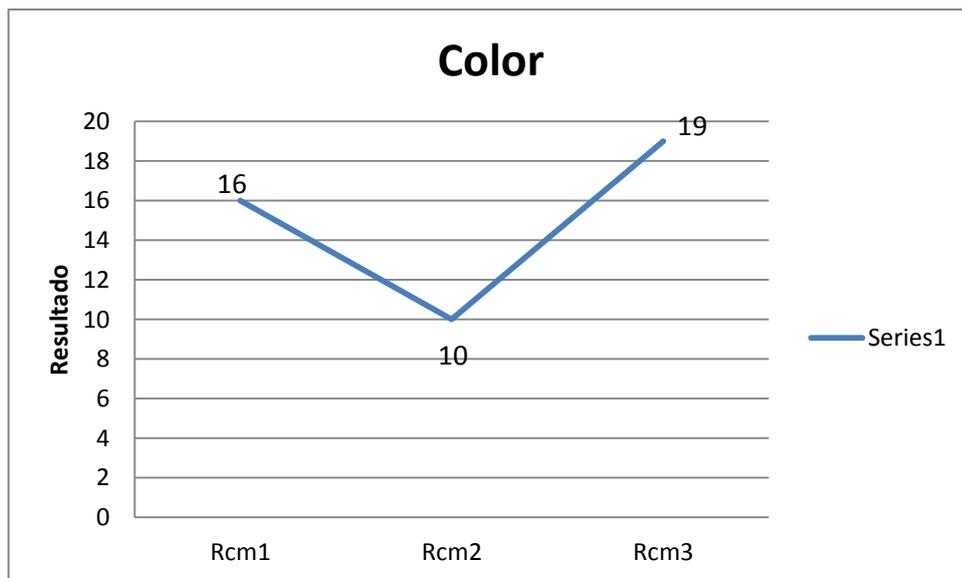
En cuanto a los resultados de la Tabla 17 los valores son los siguientes:

La muestra compuesta 1 fue tomada a la salida del túnel 6 es decir al inicio del canal de riego y su resultado es 16.

La muestra compuesta 2 fue tomada en la derivación del agua hacia CEASA y su resultado es de 10.

La muestra compuesta 3 fue tomada a la entrada del túnel 8 es decir al terminar el canal en el tramo Ceasa y su resultado es de 19 por lo tanto estos valores se encuentran dentro del límite máximo permisible según indica la (Tabla 1) Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional y no se determina como un contaminante de las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.

**GRÁFICO N° 1. RESULTADOS DEL PARÁMETRO COLOR**



**Elaborado por:** Autoras (2014)

En el gráfico 1 se observa que el color del agua del canal a la salida del túnel 6 es de 16 unidades de color, pero en el centro disminuye en cuanto al inicio mientras que en la entrada del túnel 8 su valor aumenta. El color del agua está relacionado con la presencia de sólidos totales disueltos y la turbidez y este varía según la velocidad que el agua recorre.

*a.2) Turbidez.*

**TABLA N° 18. RESULTADOS DEL PARÁMETRO TURBIDEZ**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rmc 1</b>	<b>Rmc 2</b>	<b>Rmc 3</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Turbidez	UNT	5	20	10	100

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 1

**Rmc 2:** Resultado de la muestra compuesta 2

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 3

**Análisis:**

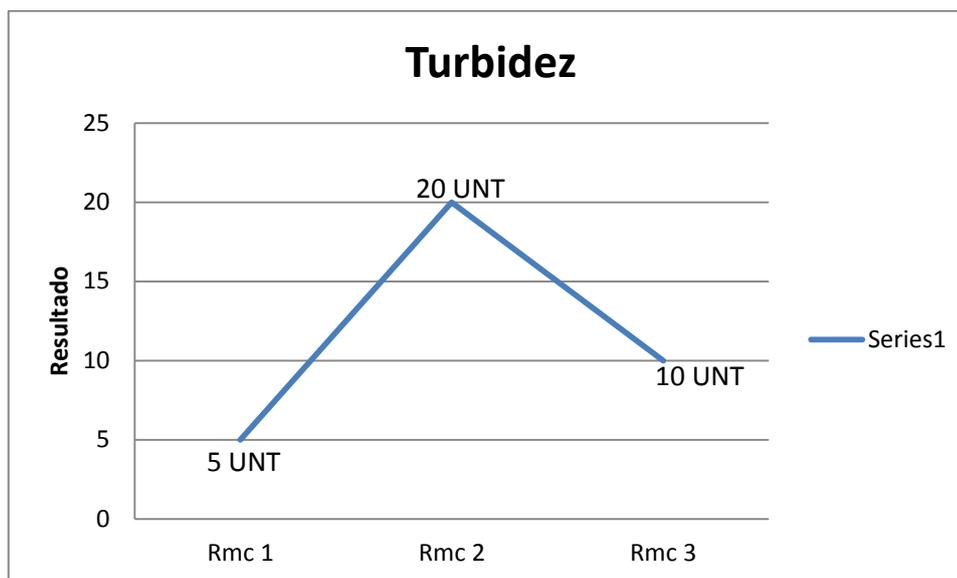
El parámetro turbidez es importante para la calidad de agua de riego, sin embargo este parámetro no se contempla en la Tabla 6 del TULAS, por esta razón se ha realizado los análisis del mismo.

En cuanto a los resultados de la Tabla N° 18 de la muestra compuesta 1 tomada al inicio del canal de riego a la salida del túnel 6 dio como resultado 5 UNT.

La muestra compuesta 2 tomada en la derivación del canal de riego hacia Ceasa dio como resultado 20 UNT.

El resultado de la muestra compuesta 3 es de 10 UNT, por lo tanto estos valores se encuentran dentro del límite máximo permisible según indica la Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional y no se determina como un contaminante de las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.

**GRÁFICO N° 2. RESULTADOS DEL PARÁMETRO TURBIDEZ**



**Elaborado por:** Autoras (2014)

En el gráfico 2 se observa que la turbidez del agua a la salida del túnel 6 es decir al inicio del canal es mínima debido a que el agua está en circulación, en cuanto al agua del exterior del canal en el reservorio esta cantidad sube porque el agua está en reposo y en el punto 3 disminuye la turbidez por el recorrido de la misma y puede ser ocasionada por la presencia de material suspendido. Algunos materiales que dan al agua esta apariencia son: barro, arena, material orgánico finamente dividido, plancton y otros materiales inorgánicos.

**a.3) Sólidos Totales Disueltos.**

**TABLA N° 19. RESULTADOS DE LOS SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS**

Parámetro	Unidad	Rmc 1	Rmc 2	Rmc 3	Límite máximo permisible
Sólidos totales disueltos	mg/l	521	446	481	3000

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 1

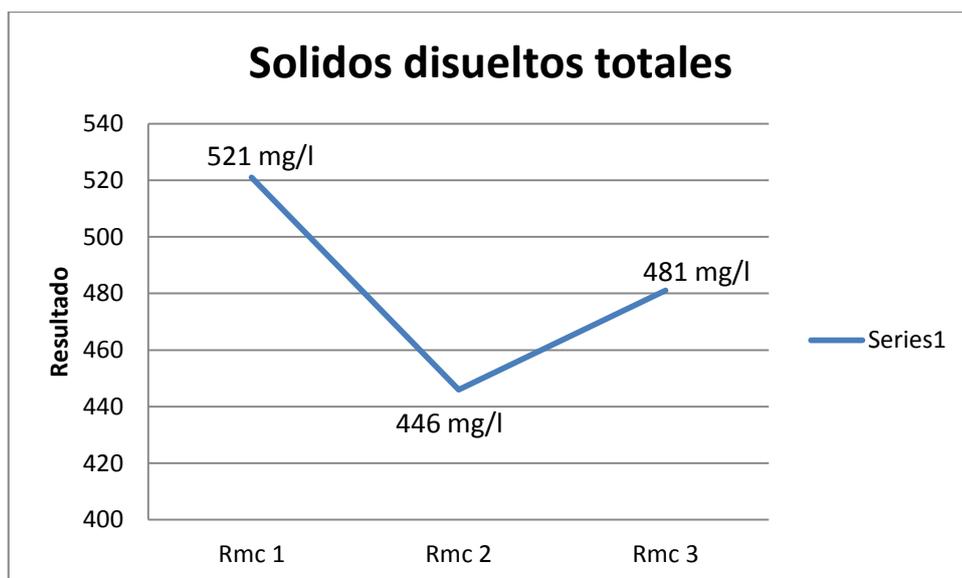
**Rmc 2:** Resultado de la muestra compuesta 2

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 3

### **Análisis:**

De acuerdo a la tabla 19 de los sólidos disueltos totales la muestra compuesta 1 tomada a la salida del túnel 6 al inicio del canal tramo Ceasa dio como resultado 521 mg/l mientras que en el exterior del canal de riego su valor es de 446 mg/l por lo tanto el valor de la toma de la muestra compuesta 3 es de 481 mg/l lo cual estos valores se encuentran dentro del límite máximo permisible según indica la Tabla 6 Límites máximos permisibles para criterios de calidad admisibles para agua de uso agrícola, por lo tanto no se determina como un contaminante de las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.

**GRÁFICO N° 3. RESULTADOS DE LOS SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS**



**Elaborado por:** Autoras 2014

En el grafico 3 se observa que existe gran cantidad de sólidos totales disueltos al inicio del canal, mientras que en el agua que sale al exterior disminuye y aumenta al terminar el canal pero no muy considerablemente, los sólidos disueltos determinan la salinidad del medio, y en consecuencia la conductividad del mismo.

**B) Parámetros Químicos.**

**b.1) pH.**

**TABLA N° 20. RESULTADOS DEL pH**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rmc 1</b>	<b>Rmc 2</b>	<b>Rmc 3</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
pH	/	8	8	7.8	6-9

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 1

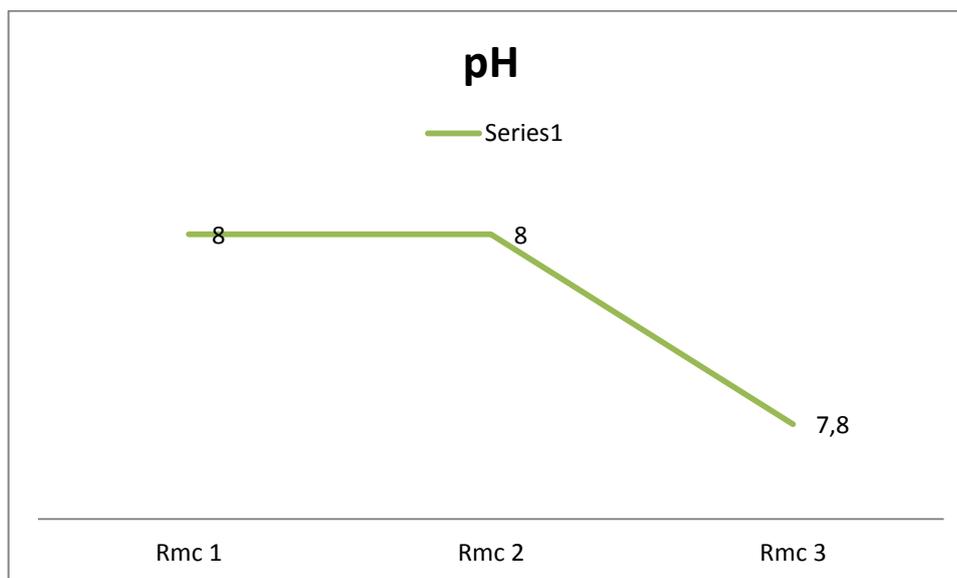
**Rmc 2:** Resultado de la muestra compuesta 2

**Rmc 3:** Resultado de la muestra compuesta 3

**Análisis:**

En cuanto a la tabla N° 20 Los primeros resultados de las muestras 1 y 2 fueron tomadas in situ con la cinta de pH, por esta razón su resultado aproximado es de 8, mientras que en la muestra 3 su pH es de 7, 8 estando todos estos resultados dentro de los límites máximos permisibles según especifica la tabla 6 del TULAS, y no se determina como un contaminante de las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.

**GRÁFICO N° 4. RESULTADOS DEL pH**



**Elaborado por:** Autoras (2014)

En el gráfico 4 se observa que el pH no tiene mayores variaciones, y se encuentra dentro de un rango permisible, sus alteraciones pueden originar la muerte de peces, drásticas alteraciones en la flora y fauna, reacciones secundarias dañinas (por ejemplo, cambios en la solubilidad de los nutrientes, formación de precipitados, etc.).

***b.2) Dureza total.***

**TABLA N° 21. RESULTADOS DE LA DUREZA TOTAL**

Parámetro	Unidad	Rmc 1	Rmc 2	Rmc 3	Límite máximo permisible
Dureza T	mgCaCo3/l	306	279	309	500

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 1

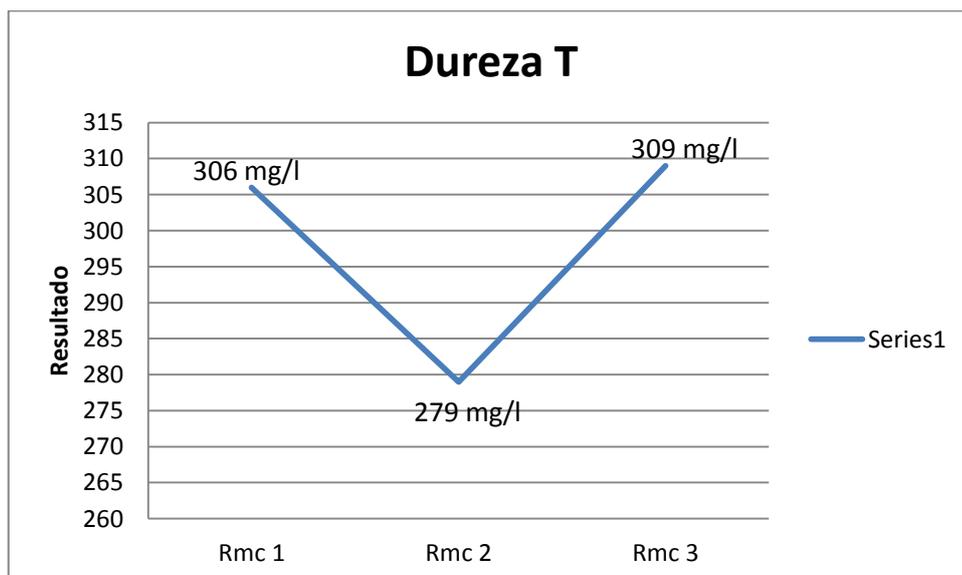
**Rmc 2:** Resultado de la muestra compuesta 2

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 3

### **Análisis:**

Según los resultados de la tabla N° 21 de la muestra compuesta 1 la Dureza total es de 306 mgCaCo<sub>3</sub>/l; mientras que de la muestra compuesta 2 es de 279 mgCaCo<sub>3</sub>/l y de la muestra 3 es de 309 mgCaCo<sub>3</sub>/l; al realizar las comparaciones se determina que se encuentran dentro del límite máximo permisible según indica la Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional, debido a su importancia dentro de la calidad del agua para uso agrícola se ha tomado en cuenta este parámetro que está contemplado dentro de la tabla 6 del TULAS y no se determina como un contaminante de las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.

**GRÁFICO N° 5. RESULTADOS DE LA DUREZA TOTAL**



**Elaborado por:** Autoras (2014)

En el grafico 5 se observa que la dureza total en el agua del inicio del canal es significativa, mientras que el agua del exterior disminuye considerablemente las concentraciones de sales de calcio y magnesio, siguiendo su recorrido esta dureza aumenta al terminar el canal.

**b.3) Cloruros.**

**TABLA N° 22. RESULTADOS DE LOS CLORUROS**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rmc 1</b>	<b>Rmc 2</b>	<b>Rmc 3</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Cloruros	mg/l	29	28	28	250

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 1

**Rmc 2:** Resultado de la muestra compuesta 2

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 3

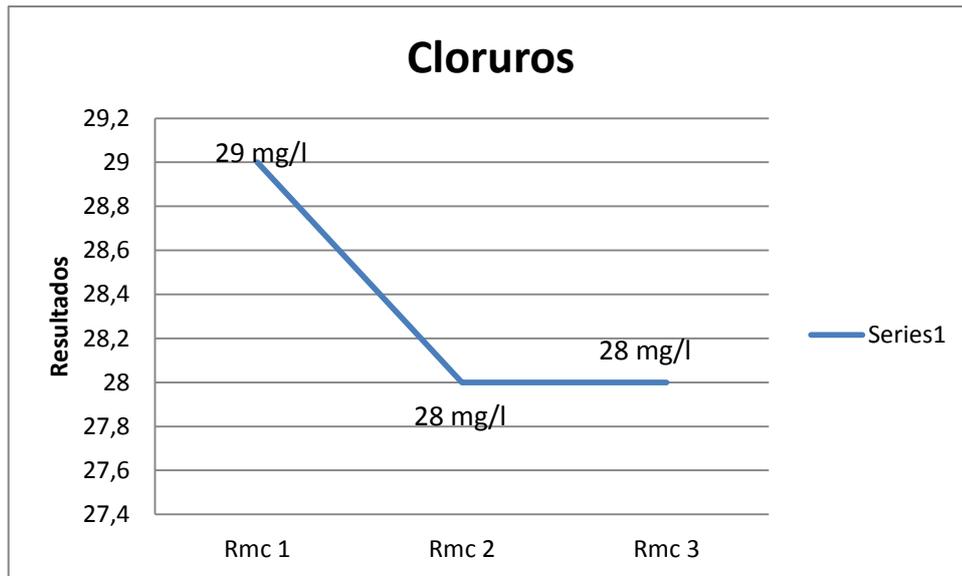
**Análisis:**

Los Cloruros forman parte esencial para la calidad del agua de uso agrícola, este parámetro no se contempla en la Tabla 6 del TULAS, sin embargo por su importancia se ha realizado los análisis del mismo.

La Tabla N° 22 en la muestra compuesta 1 tomada al inicio del canal de riego el resultado es de 29 mg/l, el resultado de la muestra compuesta 2 tomada en el desvío del agua hacia el exterior del canal es de 28 mg/l, y de la muestra compuesta 3 es de 28 mg/l, por lo tanto estos valores se encuentran dentro del límite máximo permisible según indica la Tabla 1 Límites máximos permisibles

para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional y no se determina como un contaminante de las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.

**GRÁFICO N° 6. RESULTADOS DE LOS CLORUROS**



**Elaborado por:** Autoras (2014)

En el gráfico 6 se observa que no existe mayor variación entre los resultados de las tres muestras, los cloruros son productos de las aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea.

**b.4) Boro**

**TABLA N° 23. RESULTADOS DEL BORO**

Parámetro	Unidad	Rmc 1	Rmc 2	Rmc 3	Límite máximo permisible
Boro	mg/l	0,9	0,8	0,9	1

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 1

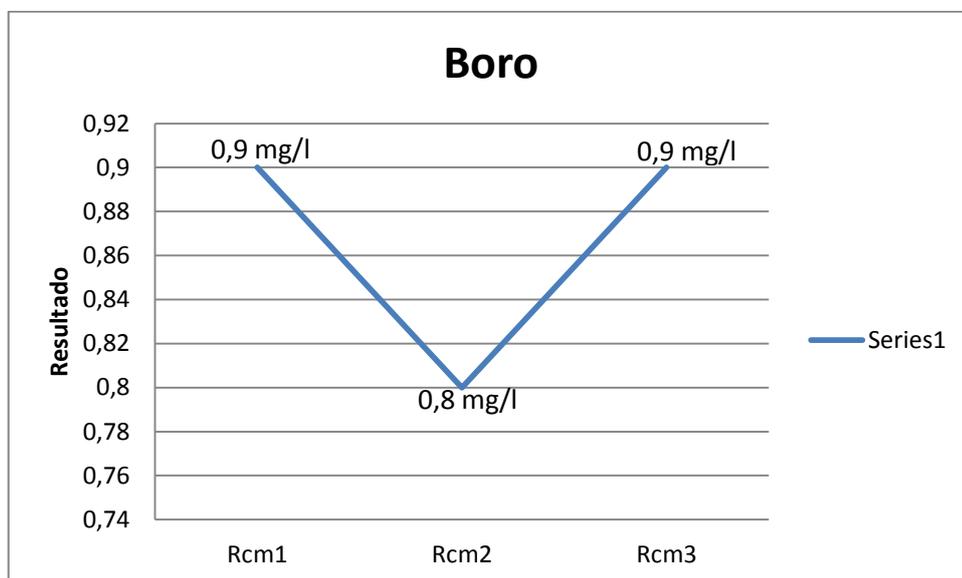
**Rmc 2:** Resultado de la muestra compuesta 2

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 3

### **Análisis:**

Según la tabla 23 indica que el resultado del Boro de la muestra compuesta 1 es de 0,9 mg/l, mientras que de la muestra 2 es de 0,8 mg/l y de la muestra 3 es de 0,9, estos valores se encuentran dentro del límite máximo permisible que es de 1 mg/l según indica la Tabla 6 Límites máximos permisibles para criterios de calidad admisibles para agua de uso agrícola, por lo tanto este anión no está considerado como contaminante del agua de riego, sino más bien el Boro es un elemento esencial para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

**GRÁFICO N° 7. RESULTADOS DEL BORO**



**Elaborado por:** Autoras (2014)

En el grafico 7 se observa que no existe mayor variación entre los resultados de las tres muestras sin embargo el Boro puede haber variado por la lluvia y el arrastre de material lodoso.

**b.5) Sodio**

**TABLA N° 24. RESULTADOS DEL SODIO**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rmc 1</b>	<b>Rmc 2</b>	<b>Rmc 3</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Sodio	mg/l	46	15,5	24,5	200

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 1

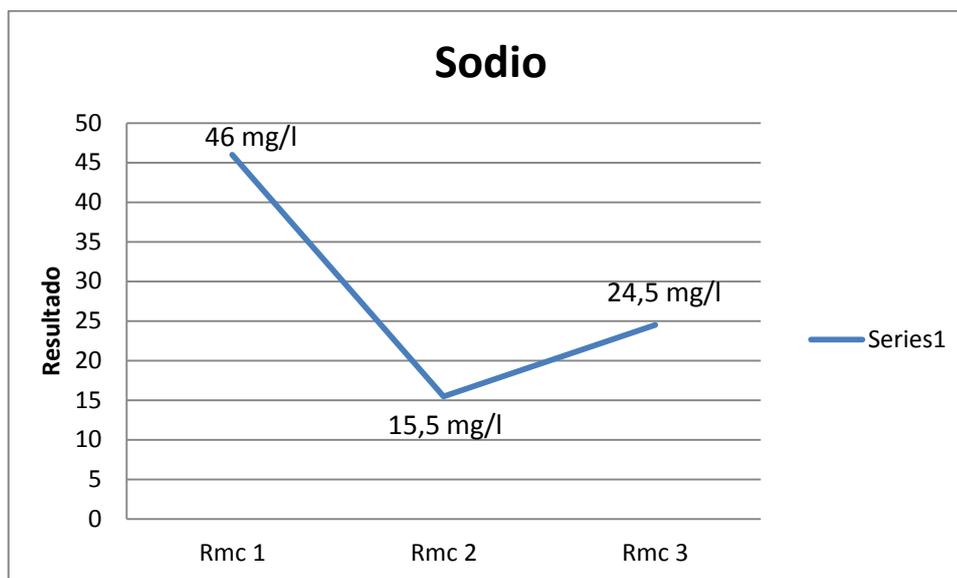
**Rmc 2:** Resultado de la muestra compuesta 2

**Rmc 3:** Resultado de la muestra compuesta 3

**Análisis:**

De acuerdo a la tabla 24 indican los resultados del Sodio en la muestra 1 el valor es de 46 mg/l, por lo contrario la muestra 2 es 15,5 mg/l y por último el resultado 3 nos indica que es 24,5 mg/l estos valores se encuentran dentro del límite máximo permisible que es de 200 mg/l según indica la Tabla 6 Límites máximos permisibles para criterios de calidad admisibles para agua de uso agrícola lo cual no se determina como un contaminante de las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.

### GRÁFICO N° 8. RESULTADOS DEL SODIO



Elaborado por: Autoras (2014)

En el gráfico 8 se observa que al inicio del canal existe mayor cantidad de sodio mientras que en el agua del exterior el sodio disminuye y según sigue su recorrido aumenta la cantidad pero no muy considerablemente.

#### b.5) Cadmio

TABLA N° 25. RESULTADOS DEL CADMIO

Parámetro	Unidad	Rmc 1	Rmc 2	Rmc 3	Límite máximo permisible
Cadmio	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	0,01

Fuente: Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

Elaborado por: Autoras (2014)

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 1

**Rmc 2:** Resultado de la muestra compuesta 2

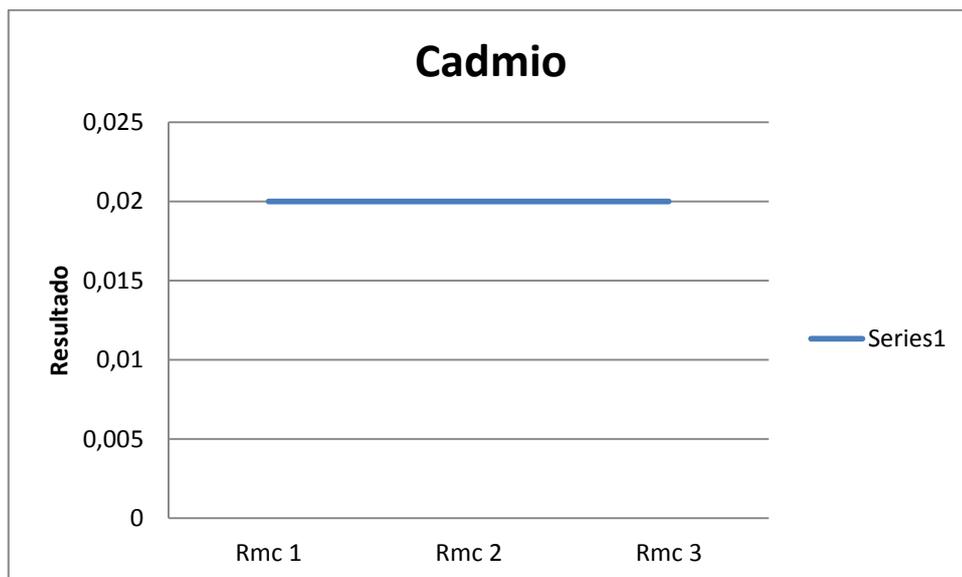
**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 3

**Análisis:**

Según la tabla N° 25 indica que los resultados del cadmio de las tres muestras compuestas son iguales con un valor de  $<0,02$  mg/l, los mismos que no se encuentran dentro de los límites permisibles que establece la tabla 6 del TULAS.

Estos valores sobrepasan con el  $0,01$  mg/l de lo establecido por lo tanto se determina como un contaminante de las aguas de riego del canal y es un riesgo eminente para los cultivos y por ende la salud humana.

**GRÁFICO N° 9. RESULTADOS DEL CADMIO**



**Elaborado por:** Autoras (2014)

En el grafico 9 se observa que no existe variaciones entre las tres muestras compuestas, del contaminante cadmio y es utilizado como anticorrosivo, en los fertilizantes y para la pigmentación de plásticos.

**b.6) Plomo**

**TABLA N° 26. RESULTADOS DEL PLOMO**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rmc 1</b>	<b>Rmc 2</b>	<b>Rmc 3</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Plomo	mg/l	<0,09	<0,09	<0,09	0,05

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 1

**Rmc 2:** Resultado de la muestra compuesta 2

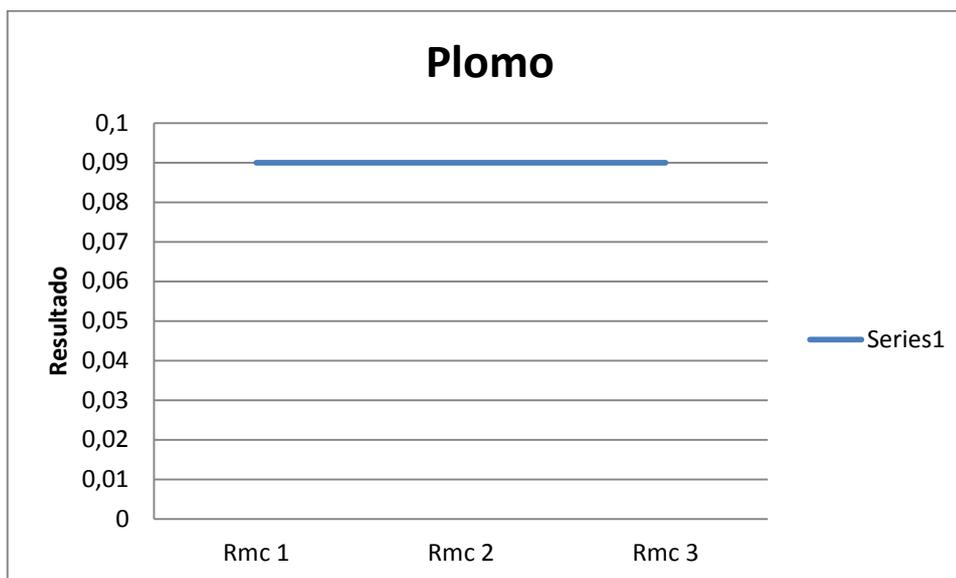
**Rmc 3:** Resultado de la muestra compuesta 3

**Análisis:**

La tabla N° 26 indica que los resultados de plomo de las tres muestras compuestas son iguales con un valor de <0,09 mg/l, los mismos que no se encuentran dentro de los límites permisibles 0,05 mg/l que establece la tabla 6 del TULAS.

Estos valores sobrepasan con el 0,04 mg/l de lo establecido, por lo tanto se determina como un contaminante de las aguas de riego del canal y es un riesgo eminente para los cultivos y por ende la salud humana.

**GRÁFICO N° 10. RESULTADOS DEL PLOMO**



**Elaborado por:** Autoras (2014)

En el gráfico 10 se observa que no existen variaciones entre las tres muestras compuestas, y se da por la contaminación de industrias asentadas en las riveras del río Cutuchi, como talleres automotrices de enderezada y pintura en donde se utiliza el plomo ya que es usado en la producción de baterías ácidas, soldaduras, aleaciones, pigmentos, vidrios y estabilizadores de plástico.

**b.7) Cromo Hexavalente**

**TABLA N° 27. RESULTADOS DEL CROMO VI**

Parámetro	Unidad	Rmc 1	Rmc 2	Rmc 3	Límite máximo permisible
Cromo VI	mg/l	<0,025	<0,025	<0,025	0,1

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 1

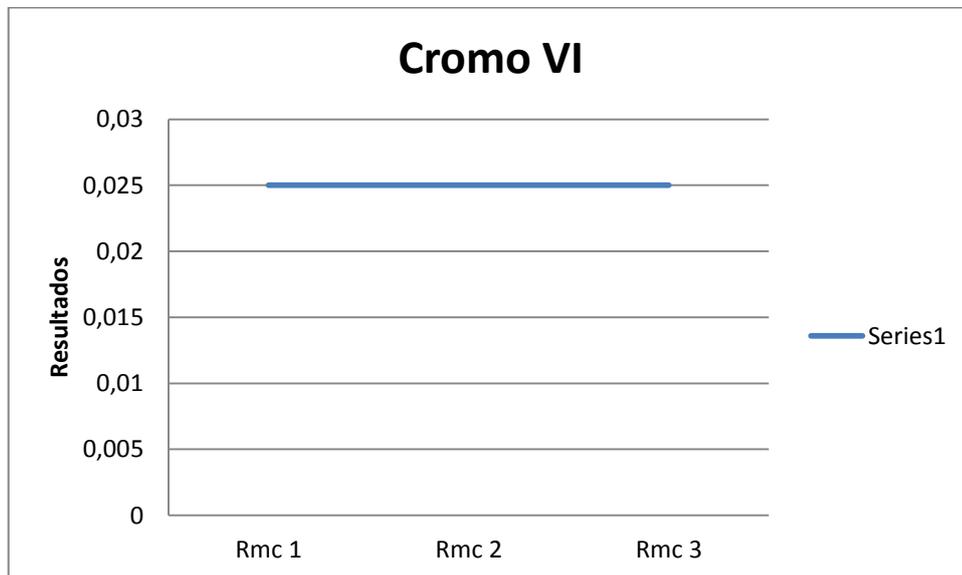
**Rmc 2:** Resultado de la muestra compuesta 2

**Rmc 1:** Resultado de la muestra compuesta 3

### **Análisis:**

La tabla N° 27 nos indica que los resultados de cromo VI de las tres muestras compuestas recolectadas son iguales con un valor de  $<0,025$  mg/l, los mismos que se encuentran dentro de los límites permisibles  $0,1$  mg/l según la Tabla 6 Límites máximos permisibles para criterios de calidad admisibles para agua de uso agrícola, del TULAS por lo tanto no se considera como un contaminante de las aguas de riego del canal.

**GRÁFICO N° 11. RESULTADOS DEL CROMO VI**



**Elaborado por:** Autoras (2014)

En el gráfico 11 se puede observar que en el agua del canal de riego el Cromo VI no representa ninguna variación.

### *C) Microbiológicos*

#### *c.1) Índice de Coliformes Totales*

**TABLA N° 28. RESULTADO DEL ÍNDICE DE COLIFORMES TOTALES**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado de muestra compuesta 1</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Coliformes T.	NMP/100ml	$4.9 \times 10^6$	3000

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

#### **Análisis:**

En cuanto al resultado de la muestra compuesta 1 de la tabla 28 el índice de coliformes totales es de 4.900,000 NMP/100ml, y sobrepasa los límites permisibles establecidos en la Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional, este parámetro se lo ha tomado en cuenta debido a que es muy importante conocer el grado de contaminación del canal.

Al realizar las comparaciones entre el resultado de la muestra compuesta 1 y la tabla 1 del Tulas se determinó que el canal de riego está altamente contaminado con coliformes totales, siendo este un riesgo muy eminente para la salud humana.

*c.2) Índice de Coliformes Fecales*

**TABLA N° 29. RESULTADO DEL ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado de la muestra compuesta 3</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Coliformes F.	NMP/100ml	$3,5 \times 10^4$	600

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental Universidad Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autoras (2014)

**Análisis:**

En cuanto al resultado de la muestra compuesta 3 de la tabla 29 el índice de coliformes fecales es de 35000 NMP/100ml, y sobrepasa los límites permisibles establecidos en la Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional, este parámetro se lo ha tomado en cuenta debido a que es muy importante conocer el grado de contaminación del canal.

Al realizar las comparaciones entre el resultado de la muestra compuesta 3 y la tabla 1 del Tulas se determinó que el canal de riego está altamente contaminado con coliformes fecales, siendo este un riesgo para la salud humana en el momento de consumir productos contaminados.

### 2.6.3 Resumen de resultados

**CUADRO N° 5. DETERMINACIÓN DE CONTAMINANTES**

<b>Parámetros</b>	<b>Contaminante</b>	<b>No contaminante</b>
Color		x
Turbidez		x
pH		x
Dureza T		x
Solidos disueltos		x
Cloruros		x
Boro		x
Sodio		x
Cadmio	x	
Plomo	x	
Cromo VI		x
Índice de Coliformes Totales	x	
Índice de Coliformes Fecales	x	

**Elaborado por:** Autoras (2014)

## **CAPÍTULO III**

### **3. PLAN DE CAPACITACIÓN**

#### **3.1 Introducción**

La capacitación, es un proceso educacional de carácter estratégico aplicado de manera organizada y sistémica, que utiliza la evaluación como elemento principal para retroalimentarse y adecuarse a las necesidades de cada persona.

Como un punto de partida es importante entender la capacitación no como una aportación de conocimientos, sino como la capacidad de integrar “conocimiento útil para la acción” en las personas quienes son la clave del éxito porque son quienes poseen la capacidad de convertir información en conocimiento y por tanto de aprender y mejorar, por esta razón es importante compartir conocimientos de la investigación realizada.

El Plan de Capacitación es un instrumento de gestión que está orientado a colaborar al logro de los objetivos del presente trabajo investigativo.

El documento Plan de Capacitación describe el conjunto coordinado y coherente de todas las acciones que se desarrollaran conjuntamente con los miembros que pertenecen a la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato.

### ***3.2 Justificación***

Debido a que los datos obtenidos en la investigación realizada sobre los contaminantes presentes en las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato, sobrepasan los límites permisibles establecidos en la Normativa legal vigente, convirtiéndose en un riesgo inminente para los agricultores que riegan con esta agua los cultivos; y estos productos son utilizados para el consumo propio y la comercialización.

Es necesario realizar una capacitación con el fin de dar a conocer las actividades realizadas en la presente investigación, y los contaminantes encontrados en las aguas de este canal, de esta manera se permitirá a los involucrados ampliar sus conocimientos e impulsar a la búsqueda de posibles alternativas de solución en cuanto a la descontaminación. Siendo muy necesario tener las aguas de regadío descontaminadas, y de calidad por el buen vivir.

### ***3.3 Alcance***

El presente plan de capacitación es de aplicación para la Junta de Rumipamba, ya que son los involucrados directos que se encuentran cerca del lugar de la realización de dicha investigación.

### ***3.4 Objetivos del plan de capacitación***

#### ***3.4.1 Objetivo General***

- Capacitar a los miembros de la Junta de Rumipamba acerca de la investigación realizada como parte fundamental del cumplimiento de los objetivos.

### ***3.4.2 Objetivos Específicos***

- Socializar las actividades y procesos desarrollados para la realización de la presente investigación.
- Dar a conocer los contaminantes encontrados en las aguas del Canal de Riego Latacunga-Salcedo-Ambato.
- Analizar conjuntamente con los participantes las causas y efectos de los contaminantes sobre los cultivos y salud humana.

### ***3.5 Estrategias***

Las estrategias a emplear son.

- Exposición mediante diapositivas y gráficos.
- Metodología de exposición – diálogo y análisis.

### ***3.6 Acciones a desarrollar***

Las acciones para el desarrollo del plan de capacitación están respaldadas por los temarios, para ello se está considerando lo siguiente:

#### ***Temas de capacitación***

- Muestreo de las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.
- Los contaminantes presentes en las aguas del canal de riego.
- Causas y efectos de los contaminantes sobre los cultivos y la salud humana.

### ***3.7 Recursos***

- ***Talento Humano:*** Expositoras Carla Taípe, Victoria Chilibingua.

### ***3.8 Materiales***

- ***Tecnológicos y de oficina.***
  - ✓ Laptop
  - ✓ Infocus
  - ✓ Cámara fotográfica
  - ✓ Papel
  - ✓ Útiles de oficina

### ***3.9 Financiamiento***

El monto de inversión de este plan de capacitación, será financiada con ingresos propios.

### 3.10 Presupuesto

**TABLA N° 30. PRESUPUESTO DEL PLAN DE CAPACITACIÓN**

<b>1. RECURSOS TECNOLÓGICOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Infocus	Uso(2 horas)	-	8,00	<b>16,00</b>
<b>2. MOVILIZACION</b>				
Transporte	1 día	1	10,00	<b>10,00</b>
<b>3. MATERIALES</b>				
De oficina	-	-	10,00	<b>10,00</b>
<b>4. OTROS</b>				
Refrigerio	40	1	1,00	<b>40,00</b>
<b>TOTAL</b>				
<b>5. Imprevistos (10%)</b>				<b>7,6</b>
<b>TOTAL GENERAL:</b>				<b>83,6</b>

Elaborado por: Autoras (2014)

### 3.11 Cronograma

**CUADRO N° 6. CRONOGRAMA DEL PLAN DE CAPACITACIÓN**

<b>COMPONENTE</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>FEBRERO 2014</b>			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Capacitación a los miembros de la Junta de Rumipamba.	<b>Acción 1.</b> Socialización sobre la toma de muestras del canal.	x			
	<b>Acción 2.</b> Capacitación sobre los contaminantes encontrados en dichas aguas.	x			
	<b>Acción 3.</b> Análisis sobre las causas y efectos de los contaminantes sobre los cultivos y la salud humana.	x			

Elaborado por: Autoras (2014)

## CONCLUSIONES.

- El principal propósito de la investigación fue determinar los contaminantes existentes en las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato para ello se realizó el monitoreo de las aguas en donde se recogió 9 muestras continuas en 3 diferentes puntos, días y horarios, una vez realizado el muestreo se obtuvieron 3 muestras compuestas de los 3 puntos del canal; al inicio, en el desvío, y en la terminación del mismo, de estas 3 muestras compuestas se realizaron los análisis de laboratorio.
- Según los resultados de los análisis de laboratorio realizados en La Universidad Central del Ecuador se determinó que los contaminantes existentes en las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato mediante la comparación con el Texto Secundario de Legislación Ambiental (TULAS) Libro VI Anexo 1 Tabla 1 y 6 son: Cadmio, Plomo, Coliformes Totales y Coliformes Fecales mientras que los parámetros como el color, turbidez, cromoVI, boro, dureza total, sólidos totales disueltos, ph, cloruros, sodio no se determinan como contaminantes..
- Debido a la gran importancia que presenta este tema de interés se realizó una capacitación con el fin de socializar a la parte involucrada sobre los contaminantes encontrados, para que se encaminen en la búsqueda de nuevas alternativas de solución en cuanto a descontaminación y se pueda tener agua de calidad apta para el riego en beneficio de toda la ciudadanía.

## RECOMENDACIONES

- Es necesario que se realice periódicamente un monitoreo de las aguas del canal de riego con el fin de conocer las variaciones de los contaminantes.
- Se recomienda realizar varios análisis de laboratorio y en estos se contemplen parámetros importantes como la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Y la Demanda Química de oxígeno ya que en la presente investigación debido al presupuesto solo se realizó de una muestra, y estos sean más amplios y profundos con el objetivo de mejorar los conocimientos en cuanto a los contaminantes existentes.
- Continuar con la investigación de esta tesis con la finalidad de buscar alternativas de solución para la descontaminación de las aguas, ya que es muy necesario para el bienestar del ser humano y del Medio Ambiente, y socializar a la comunidad sobre los trabajos investigativos de interés, realizados en la Universidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

### BIBLIOGRAFÍA

- APHA-AWWA-WPCF. 1992. “Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales”. 17º Edición. Editorial Díaz de los Santos. Madrid. España.
- AYERS, R.S. y WESTCOT, D.W. 1987. La calidad del agua en la agricultura. Estudios FAO. Serie Riego y Drenaje. N°29. Ed. FAO Roma.
- BARBA, Luz Edith, 2002 Conceptos básicos de la contaminación del Agua y parámetros de medición, Santiago de Cali.
- CALLE, Jéssica Patricia, 2012 Trabajo de Grado “Evaluación de los Efectos de la Calidad de Agua en la Productividad de los Cultivos en los Barrios La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza y Collaquí Ubicados en la Parroquia de Tumbaco. Universidad Central del Ecuador Quito.
- CONGRESO NACIONAL DEL ECUADOR., 2004, Comisión de Legislación y Codificación, “LEY DE AGUAS” (2004), Codificación 16, Registro Oficial 339, Quito – Ecuador.
- CNRH, CODERECO, COHIEC CIA. LTDA. 2002, “Proyecto Piloto para el Manejo Integral del Recurso y Tratamiento de Aguas Servidas en la Cuenca del Río Cutuchi “.pp. 29
- DIANA YADIRA GORDILLO SALAS y TATIANA MABELL JIMBO MUÑOZ. Trabajo de investigación “Determinación de presencia de metales pesados e Hidrocarburos aromáticos en los ríos Zamora Huayco y jipiro, y su incidencia en la salud de los Moradores del sector sauces norte periodo mayo 2010-2011. Lineamientos propositivos.

- ECHARRI Luis, 2007. Población, Geología y Ambiente, Universidad de Navarra.
- GONZALO PÉREZ MELIÁN, Química Agrícola.
- GUÍAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE. 1995, Segunda edición. Vol. 1.
- GUÍA PARA EL USO DE AGUAS REGENERADAS EN RIEGO Y RECARGA DE ACUÍFEROS, 2006, Química Agrícola.
- GUTIÉRREZ F. Y C. CERVANTES; Interacciones microbianas con el cromo: mecanismos y potencial biotecnológico; Ide@s CONCYTEG; Año 3, Núm. 37; 21-36.
- FAO: RIEGO Y DRENAJE. 1981. Contaminación de las aguas subterráneas: tecnología, economía y gestión. Boletín N° 31. Roma.
- FAO. 1992. Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Políticas y Acción de la FAO. Estocolmo 1972 – Río 1992. FAO Italia. 89 p.
- LEY DE AGUAS 2004, CONGRESO NACIONAL DEL ECUADOR 2004, Comisión de Legislación y Codificación, Codificación 16, Registro Oficial 339, Quito – Ecuador.
- LINARES, Ojeda Roció del Mar, Análisis Químico del Agua, Proyecto de explotación Agrícola en Berja.
- MANUAL DE SUMINISTRO DE AGUA COMUNITARIA, 2002 Calidad y tratamiento del agua. Quinta edición.
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.

- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2226:2012 Agua. Calidad Del Agua. Muestreo. Diseño de los Programas de Muestreo.
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.
- Organización Mundial de la Salud, OMS (2000).
- POZO, César. (2012) Tesis de Maestría “Fitorremediación de las Aguas del Canal de Riego Latacunga – Salcedo – Ambato Mediante Humedales Vegetales a nivel de Prototipo de Campo Salcedo-Cotopaxi” Universidad Técnica de Ambato.
- MANUAL DE PRÁCTICAS LABORATORIO QUÍMICA, Universidad Católica Andrés Bello – Guayana Escuela de Ingeniería Industrial.
- MANUAL DE PROCEDIMIENTOS ANALITICOS PARA AGUAS Y EFLUENTES (1996) Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Laboratorio de DINAMA - Edición 1996.
- RODRÍGUEZ Sonia y LLORÉ Irene, 2005 “Evaluación de Impactos Ambientales y Propuesta del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto de Riego Ambuqui”, Universidad Técnica Del Norte Ibarra – Ecuador.
- ROMERO J. 2002. “Tratamiento de Aguas Residuales. 2da Edición. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá 2002. Pág. 29 “Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño”, 2007, Tercera 141, Edición, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia, Págs. 18-23, 50-58, 62-65.”
- SALTOS, Diego (2011) Trabajo de grado “El Agua de Riego y su Incidencia en la Producción Agrícola de un Terreno en la Parroquia Santa Rosa de la Ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua”, Universidad Técnica de Ambato Ecuador.

- SÁNCHEZ Javier, (2007) Clasificación y Uso de las Aguas e Riego, FERTITEC S.A. GG-JSV-FT.
- TULAS, 2010 (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria), Libro VI, Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua.
- ZAMBRANO, Eliana. (2008) Diseño de tesis. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, (120.p)

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA WEB.**

- Método de Investigación Analítico Disponible en;  
<http://www.slideshare.net/HernanSalazar/investigacin-bibliogrifica-2463165> [fecha de consulta: 10 de Abril de 2013 15h00 pm.]
- <http://www.fullquimica.com/2011/10/contaminacion-del-agua.html> [fecha de consulta: 20 de Junio de 2013 15h45 pm.]

# **ANEXOS**

## ANEXO 1.

### FOTOGRAFÍAS

#### *Toma de coordenadas de los puntos de muestreo*

- **Punto 1:** *Punto 1: (Abs 6+782.50) Salida del túnel 6 del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato tramo Ceasa.*

#### FOTOGRAFÍA N° 1. TOMA DE COORDENADAS DEL PUNTO 1



Fuente: Autoras (2013)

- **Punto 2:** *(Abs 6+872.50) Derivación del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato hacia Ceasa.*

#### FOTOGRAFÍA N° 2. TOMA DE COORDENADAS DEL PUNTO 2



Fuente: Autoras (2013)

- **Punto 3:** *(Abs 7+154.10) Entrada del túnel 8 del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato del tramo Ceasa.*

### FOTOGRAFÍA N° 3. TOMA DE COORDENADAS DEL PUNTO 3



Fuente: Autoras (2013)

### MUESTREO

- **Punto 1:** *Punto 1: (Abs 6+782.50) Salida del túnel 6 del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato tramo Ceasa.*
- *Muestra N° 1 Tomada a las 6h00 am.*

### FOTOGRAFÍA N ° 4. TOMA DE LA MUESTRA N° 1 DEL PUNTO 1



Fuente: Autoras (2013)

- *Muestra N° 2 Tomada a las 11H58 am*

**FOTOGRAFÍA N ° 5. TOMA DE LA MUESTRA N° 2 DEL PUNTO 1**



**Fuente:** Autoras (2013)

- *Muestra N° 3 Tomada a las 17h55 pm*

**FOTOGRAFÍA N ° 6. ALMACENAMIENTO DE LA MUESTRA N° 3 DEL PUNTO 1**



**Fuente:** Autoras (2013)

- *Muestra compuesta N° 1*

**FOTOGRAFÍA N ° 7. MUESTRA COMPUESTA N° 1.**



**Fuente:** Autoras (2013)

- *2.2.2.2 Punto 2: (Abs 6+872.50) Derivación del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato hacia Ceasa.*
- *Muestra N° 1 Tomada a las 06h03 am*

**FOTOGRAFÍA N ° 8. TOMA DE LA MUESTRA N° 1 DEL PUNTO**

**2**



**Fuente:** Autoras (2013)

- *Muestra N° 2 Tomada a las 12h00*

**FOTOGRAFÍA N° 9. TOMA DE LA MUESTRA N° 2 DEL PUNTO 2**



**Fuente:** Autoras (2013)

- *Muestra N° 3 Tomada a las 17h58 pm*

**FOTOGRAFÍA N° 10. TOMA DE LA MUESTRA N° 3 DEL PUNTO**

**2**



**Fuente:** Autoras (2013)

- *Muestra compuesta N° 2*

**FOTOGRAFÍA N° 11. MUESTRA COMPUESTA N° 2**



**Fuente:** Autoras (2013)

- *Punto 3: (Abs 7+154.10) Entrada del túnel 8 del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato del tramo Ceasa.*
- *Muestra N° 1 Tomada a las 06h05 am*

**FOTOGRAFÍA N° 12. MUESTRA 1 DEL PUNTO 3**



**Fuente:** Autoras (2013)

- *Muestra N° 2 Tomada a las 12h00*

**FOTOGRAFÍA N ° 13. TOMA DE LA MUESTRA N° 2 DEL PUNTO 3**



**Fuente:** Autoras (2013)

*Muestra N° 3 Tomada a la 18h00*

**FOTOGRAFÍA N ° 14. TOMA DE LA MUESTRA N° 3 DEL PUNTO 3**



**Fuente:** Autoras (2013)

*Muestra compuesta N° 3*

**FOTOGRAFÍA N ° 15. MUESTRA COMPUESTA 3**



**Fuente:** Autoras (2013)

- *Plan de capacitación.*

**FOTOGRAFÍA N ° 16. PRESIDENTA DEL SISTEMA DE RIEGO  
LATACUNGA- SALCEDO-AMBATO.**



**Fuente:** Autoras (2014)

**FOTOGRAFÍA N ° 17. CAPACITACIÓN SOBRE LOS  
CONTAMINANTES ENCONTRADOS EN EL CANAL DE RIEGO.**



**Fuente:** Autoras (2014)

**FOTOGRAFÍA N ° 17. USUARIOS DEL BARRIO TIOBAMBA Y LA  
JUNTA DE RUMIPAMBA.**



**Fuente:** Autoras (2014)

## ANEXO 2.

### ANÁLISIS DE LABORATORIO

#### Análisis de Laboratorio de los Parámetros Físico-Químico de la Muestra Compuesta 1



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS  
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-33352  
ORDEN DE TRABAJO No 42912

SOLICITADO POR: TAIPE JAYA CARLA ALEXANDRA  
DIRECCIÓN: LATACUNGA-BARRIO TIOBAMBA  
FECHA DE RECEPCION: 13/11/13  
HORA DE RECEPCION: 10H37  
MUESTRA DE: AGUA  
DESCRIPCION: AGUA DE CANAL DE RIEGO LATACUNGA -, SALCEDO, AMBATO  
TRAMO CEYPSA  
FECHA DE ANALISIS: DEL 13/11 AL 28/11/13  
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 12/12/13  
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS: TRANSPARENTE  
ESTADO: LIQUIDO  
CONTENIDO: 4 LITROS  
MUESTREO POR: EL CLIENTE  
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al personal técnico del OSP .

#### INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
COLOR	HAZEN	16	MAM-76/METODO RAPIDO MERCK
TURBIDEZ	UNT	5	MAM-78/METODO RAPIDO MERCK
CADMIO	mg/l	<0.02	MAM-04 / APHA3111 D MODIFICADO
BORO	mg/l	0.9	MAM-80/METODO ESPECTROFOTOMETRICO
CROMO VI	mg/l	<0.025	MAM-75/COLORIMETRICO HAC 90
PLOMO	mg/l	<0.09	MAM-25 / APHA3111 B MODIFICADO
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/l	521	MAM-30 / APHA2540 C MODIFICADO
SODIO	mg/l	46	MAM-27 / APHA3111 B MODIFICADO
*SALINIDAD	% (p/v)	0.2	APHA 2520 B
DUREZA TOTAL	mgCaCO <sub>3</sub> /l	306	MAM-13 / APHA2340 C MODIFICADO
CLORUROS	mg/l	29	MAM-07/APHA 4500 CI B MODIFICADO



LABORATORIO DE  
ENSAYOS  
N° OAE LE 10 04-002

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



Quím. Christian Paredes  
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

1 1/1

RAM-4.1-04



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



# Análisis de Laboratorio de los Parámetros Microbiológicos.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS  
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA  
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.28714  
ORDEN DE TRABAJO No. 42911

SOLICITADO POR:	TAIPE JAYA CARLA ALEXANDRA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	LATACUNGA BARRIO TIOBAMBA
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA DE CANAL DE RIEGO
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACION:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCION:	13/11/2013
HORA DE RECEPCION:	10H37
FECHA DE ANALISIS:	13/11/2013
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	18/11/2013
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LIQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	200ml
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

## INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
INDICE DE COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	4.9X10 <sup>6</sup>	MMI-11/SM 9221-B

### DATOS ADICIONALES:

NMP/100ml: Número mas probable de coliformes por 100 mililitros



LABORATORIO DE ENSAYOS  
N° OAE LE 1C 04-002

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



B.F. Magaly Chasi

JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



1 / 1

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

RMI-4.1-04



# Análisis de Laboratorio de los Parámetros Físico-Químico de la Muestra Compuesta 2



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

**LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS**

**INF-LAB-QAM-33366  
ORDEN DE TRABAJO No 43005**

SOLICITADO POR:	TAIPE JAYA CARLA ALEXANDRA
DIRECCIÓN:	LATACUNGA-BARRIO TIOBAMBA
FECHA DE RECEPCION:	20/11/13
HORA DE RECEPCION:	10H19
MUESTRA DE:	AGUA DE CANAL DE RIEGO LATACUNGA -, SALCEDO, AMBATO
DESCRIPCION:	TRAMO CEYPSA
FECHA DE ANALISIS:	MUESTRA COMPUESTA 2
	DEL 20/11 AL 02/12/13
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	12/12/13
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS:	POCO TURBIA
ESTADO:	LIQUIDO
CONTENIDO:	1 LITRO
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al personal técnico del OSP .

**INFORME**

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
COLOR	HAZEN	10	MAM-76/METODFO RAPIDO MERCK
TURBIDEZ	UNT	20	MAM-78/METODO RAPIDO MERCK
CADMIO	mg/l	<0.02	MAM-04 / APHA3111 D MODIFICADO
BORO	mg/l	0.8	MAM-80/METODO ESPECTROFOTOMETRICO
CROMO VI	mg/l	<0.025	MAM-75/COLORIMETRICO HAC 90
PLOMO	mg/l	<0.09	MAM-25 / APHA3111 B MODIFICADO
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	446	MAM-30 / APHA2540 C MODIFICADO
SODIO	mg/l	15.5	MAM-27 / APHA3111 B MODIFICADO
*SALINIDAD	% (p/v)	0.1	APHA 2520 B
DUREZA TOTAL	mgCaCO <sub>3</sub> /l	279	MAM-13 / APHA2340 C MODIFICADO
CLORUROS	mg/l	28	MAM-07/APHA 4500 Cl B MODIFICADO
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	11	MAM-38 / APHA5210 B MODIFICADO
DQO	mgO <sub>2</sub> /l	28	MAM-23 / COLORIMETRICO MERCK



LABORATORIO DE  
ENSAYOS  
N° OAE LE 1C 04-002

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



**Quím. Christian Paredes  
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL**

1 / 1

RAM-4.1-04



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



# Análisis de Laboratorio de los Parámetros Físico-Químico de la Muestra Compuesta 3



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

**LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS**

INF-LAB-QAM-33435  
ORDEN DE TRABAJO No 43096

SOLICITADO POR:	TAIPE JAYA CARLA ALEXANDRA
DIRECCIÓN:	LATACUNGA-BARRIO TIOBAMBA
FECHA DE RECEPCION:	27/11/13
HORA DE RECEPCION:	10H39
MUESTRA DE:	AGUA DE CANAL DE RIEGO LATACUNGA -, SALCEDO, AMBATO
DESCRIPCION:	TRAMO CEASA
FECHA DE ANALISIS:	MUESTRA COMPUESTA 3
	DEL 27/11 AL 19/12/13
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	26/12/13
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS:	POCO TURBIA
ESTADO:	LIQUIDO
CONTENIDO:	1 LITRO
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al personal técnico del OSP .

### INFORME

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
COLOR	HAZEN	19	MAM-76/METODFO RAPIDO MERCK
TURBIDEZ	UNT	10	MAM-78/METODO RAPIDO MERCK
CADMIO	mg/l	<0.02	MAM-04 / APHA3111 D MODIFICADO
BORO	mg/l	0.9	MAM-80/METODO ESPECTROFOTOMETRICO
CROMO VI	mg/l	<0.025	MAM-75/COLORIMETRICO HAC 90
PLOMO	mg/l	<0.09	MAM-25 / APHA3111 B MODIFICADO
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/l	481	MAM-30 / APHA2540 C MODIFICADO
SÓDIO	mg/l	24.5	MAM-27 / APHA3111 B MODIFICADO
*SALINIDAD	% (p/v)	0.2	APHA 2520 B
DUREZA TOTAL	mgCaCO <sub>3</sub> /l	309	MAM-13 / APHA2340 C MODIFICADO
CLORUROS	mg/l	28	MAM-07/APHA 4500 CI B MODIFICADO
pH	-----	7.8	MAM-34/APHA 4500 Ph+MODIFICADO



LABORATORIO DE  
ENSAYOS

N° OAE LE 10 04-002

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



*Christián Paredes*  
Quím. Christián Paredes  
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

ANEXO: LISTA DE INCERTIDUMBRES.

1 1/1

RAM-4.1-04



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



# Análisis de Laboratorio de los Parámetros Microbiológicos de la Muestra Compuesta 2



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS**  
**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA**  
**INFORME DE RESULTADOS**

**INF. LAB. MI.28855**  
**ORDEN DE TRABAJO No.43097**

SOLICITADO POR:	TAIPE JAYA CARLA ALEXANDRA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	LATACUNGA-BARRIO TIOBAMBA
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA DE CANAL DE RIEGO LATACUNGA,SALCEDO, AMBATO TRAMO CEASA, MUESTRA COMPUESTA 3
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACION:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCION:	27/11/2013
HORA DE RECEPCION:	10H39
FECHA DE ANALISIS:	28/11/2013
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	10/12/2013
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	1 GALON
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

**INFORME**

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
INDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	3.5X10 <sup>4</sup>	MMI-12/SM 9221-E

**DATOS ADICIONALES:**

NMP/100ml: Número mas probable de coliformes por 100 mililitros



*B.F. Magaly Chasi*

**B.F. Magaly Chasi**  
**JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA**



1 / 1

RMI-4.1-04

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



## ANEXO 3

### Oficio Junta General de Usuarios del Canal de riego

Salcedo, a 23 de Enero del 2014.

Lcda. Patricia Aguirre.

**PRESIDENTA DEL SISTEMA DE RIEGO LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO.**

Presente:

De nuestras consideraciones.

Nosotras **Carla Taipe y Victoria Chiliquina** nos dirigimos a usted para solicitarle de manera más comedida se nos permita realizar **una capacitación de una hora a la Junta de Rumipamba** para dar a conocer sobre los contaminantes encontrados en una investigación realizada como tema de Tesis de la Universidad Técnica de Cotopaxi; denominada **“Determinación de los contaminantes presentes en las aguas del Canal de Riego Latacunga-Salcedo-Ambato, tramo Ceasa periodo 2013”**, debido a la importancia y a la necesidad de conocer sobre este tema de interés.

Por lo que se solicita se autorice y se coordine todo lo necesario para dicha actividad.

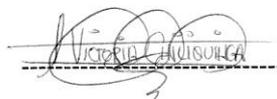
Por la atención prestada a la presente le anticipamos nuestros más sinceros agradecimientos.

Atentamente;



Carla Taipe.

C.I. 050350720/4



Victoria Chiliquina.

C.I. 050335342/7

**SISTEMA DE RIEGO  
LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO**  
.....  
Lic. Patricia Aguirre H.  
PRESIDENTA  
JUNTA GENERAL DE USUARIOS  
Fecha: 23-01-14  
Hora: 11:15

# ANEXO 4

## Plano del Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.

