



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

**TESIS DE GRADO**

“APLICACIÓN DE PRUEBA DE JARRAS EN LAS AGUAS DEL CANAL  
LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO, A FIN DE DISMINUIR LA TURBIDEZ  
MEDIANTE FLOCULANTES EN EL PERIODO 2013”

**Trabajo de investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingenieros en Medio Ambiente**

**Postulantes:** Bautista Arias Silvia Paulina

Sánchez Montaluisa Byron Santiago

**Directora:** Ing. Ivonne Endara

**Latacunga - Ecuador**



**“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**

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

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Nosotros, **BAUTISTA ARIAS SILVIA PAULINA, SANCHEZ MONTALUISA BYRON SANTIAGO**; declaramos bajo juramento que el trabajo descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentada en ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo nuestro derecho de propiedad intelectual correspondientes a lo desarrollado en este trabajo, a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, según lo establecido por la ley de la propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

### **POSTULANTES:**

-----  
Bautista Arias Silvia Paulina

C.I. 050340447-7

-----  
Sánchez Montaluisa Byron Santiago

C.I. 050309488-0



**“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**

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

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

Yo, Ing. Ivonne Endara Campaña, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Directora de la presente Tesis de Grado **“APLICACIÓN DE PRUEBA DE JARRAS EN LAS AGUAS DEL CANAL LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO, A FIN DE DISMINUIR LA TURBIDEZ MEDIANTE FLOCULANTES EN EL PERIODO 2013”** de Bautista Arias Silvia Paulina y Sánchez Montaluisa Santiago Byron de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente. **C E R T I F I C O:** Que ha sido prolijamente revisada. Por tanto, autorizo la presentación; de la misma ya que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVARSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

Ing. Ivonne Endara

**DIRECTORA DE TESIS**



**“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**

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

**LATAACUNGA-COTOPAXI-ECUADOR**

**CERTIFICACIÓN**

En calidad de miembros del tribunal para el acto de Defensa de Tesis de los Srs. postulantes: **Bautista Arias Silvia Paulina y Sánchez Montaluisa Byron Santiago** con el Tema: **“APLICACIÓN DE PRUEBA DE JARRAS EN LAS AGUAS DEL CANAL LATAACUNGA-SALCEDO-AMBATO, A FIN DE DISMINUIR LA TURBIDEZ MEDIANTE FLOCULANTES EN EL PERIODO 2013”**, se emitieron algunas sugerencias, mismas que han sido ejecutado a entera satisfacción, por lo que autorizamos a continuar con el trámite correspondiente.

-----  
Ing. Oscar Daza

**Presidente del Tribunal**

-----  
Ing. Alicia Porras

**Secretario del Tribunal**

-----  
Ing. Adán Herrera

**Miembro del Tribunal**

## CERTIFICACIÓN SUMMARY

Yo, Lic.....con cédula de identidad N° ..... en mi calidad de profesora del idioma inglés de la Universidad Técnica de Cotopaxi, certifico haber revisado el resumen de la tesis de Bautista Arias Silvia Paulina y Sánchez Montaluisa Byron Santiago, egresados de la Unidad Académica en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Dejando el contenido bien estructurado y libre de errores.

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

Lo certifico:

---

**Lic.**

**CI.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos en primer lugar a Dios por iluminar nuestras vidas y ser nuestra constante fuerza para llegar a culminar con la felicidad esta anhelada meta.

A nuestros padres y hermanos que con su apoyo y amor infinito nos inculcaron el deseo de superación y progreso.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Carrera de ingeniería en Medio Ambiente, a nuestros profesores quienes han impartido sus conocimientos y experiencias, para formarnos como profesionales.

Y finalmente un agradecimiento muy especial a nuestros amigos por sus respaldos y alientos para la culminación de esta tesis.

Con cariño, Agradecimiento y respeto.

Paulina Bautista

Sánchez Byron

## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo en todo momento, guiándome, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, Pablo y Magola, quienes a lo largo de mi vida, han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, a mis hermanos Jonathan y Joyce gracias por brindarme su cariño y por ser mi apoyo, para quienes nunca les fallare como ejemplo.

*Silvia Paulina*

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis primeramente a Dios, por cubrirme siempre con su gracia divina, a mis padres Susana y Rubén siempre firmes y con amor supieron guiarme en cada paso, a mis hermanas Aracelly, Jenny y hermanos Gonzalo y Favio que me brindaban su sabiduría en especial a mi hermana Maricela y mi hermano Fernando, que en los peores momentos siempre conté con su ayuda, consejos y cariño para ustedes con infinito amor.

*Byron Santiago*

## INDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG.</b>
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS .....	iii
CERTIFICACIÓN .....	iv
CERTIFICACIÓN SUMMARY .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN.....	xv
ABSTRAC .....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
III. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
IV. JUSTIFICACIÓN Y SIGNIFICACIÓN.....	5
V. OBJETIVOS .....	7
GENERAL .....	7
ESPECÍFICOS.....	7
CAPÍTULO I.....	9
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
1.1 MARCO TEÓRICO.....	9
1.1.1 Contaminación .....	9
1.1.1.1 Definición.....	9
1.1.1.2 Contaminante .....	10
1.1.1.3 Origen y Fuentes .....	10
1.1.1.4 Fuentes de Contaminación .....	10
1.1.1.5 Tipos de Contaminación.....	11
1.2CONTAMINACIÓN DEL AGUA .....	12
1.2.1 Alteraciones físicas del agua .....	12

1.2.3 Alteraciones biológicas del agua .....	17
1.2.4 Substancias contaminantes del agua .....	17
1.2.5 Clasificación de la calidad de las aguas .....	19
1.3. TEST DE JARRAS.....	22
1.3.1 Coagulación.....	23
1.3.2 Principales Coagulantes.....	23
1.3.3 Modelos Principales para la Coagulación .....	24
1.3.4 Floculación .....	24
1.3.5 Tipos de Floculación.....	25
1.3.6 Tipos de Floculantes .....	25
1.4 NORVATIVA LEGAL.....	26
1.4.1 CONSTITUCION POLITICA DEL ECUADOR.....	26
1.4.2 LEY DE AGUAS.....	27
1.4.3 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA.....	28
CAPÍTULO II .....	35
2. DISEÑO METODOLÓGICO.....	35
2.1. Tipos de investigación .....	35
2.1.1 Investigación descriptiva .....	35
2.1.2 Investigación de campo .....	35
2.1.3 Métodos y Técnicas .....	36
2.1.3.1 Métodos .....	36
2.1.3.1.1 Método Deductivo .....	36
2.1.3.1.2 Método Analítico .....	36
2.1.3.1.3 Método científico.....	36
2.1.3.2 Técnicas .....	37
2.1.3.2.1 La Observación.....	37
2.1.3.2.2 La Entrevista .....	37
2.1.3.2.3 Lectura comprensiva .....	38
2.1.4 Unidad de estudio.....	38
2.1.4.1 Descripción del Área .....	38

2.1.6 Para establecer el coagulante y floculante adecuado para disminuir el grado de turbidez del canal Latacunga-Salcedo-Ambato se utilizó los siguientes procedimientos.	44
2.1.6.1 Observación:	44
2.1.6.3 Muestra simple.	44
CAPÍTULO III	45
3. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.	45
3.1. Determinación del coagulante.	45
3.1.1. Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$	45
3.1.1.1. Resultados	49
3.1.1.2 Sulfato férrico $Fe_2(SO_4)_3$	49
3.1.1.2.1 Resultados	52
3.1.2 Determinación del floculante.	53
3.1.2.1 Alumbre	53
3.1.2.1.1 Resultado.	56
3.1.2.2 Polielectrolito.	57
3.1.2.2.1 Resultados	60
4. COCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
4.1 Conclusiones	61
4.2 Recomendaciones	62
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	63
5.1 LINGÜOGRAFIA	64
6. Anexos	65

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PAG</b>
CUADRO N° 01. Alteraciones físicas del agua.....	12
CUADRO N° 02. Alteraciones del agua .....	14
CUADRO N° 03. Alteraciones del agua .....	17
CUADRO N° 04. Clasificación de las aguas para consumo humano .....	20
CUADRO N°05 .Cronograma de Muestreo.....	42
CUADRO N° 06. Primera prueba aplicación del coagulante Sulfato de Aluminio .....	46
CUADRO N°07. Segunda prueba aplicación del coagulante Sulfato de Aluminio .....	46
CUADRO N° 08. Tercera prueba aplicación del coagulante Sulfato de Aluminio .....	47
CUADRO N° 09. Cuarta prueba aplicación del coagulante Sulfato de Aluminio .....	47
CUADRO N° 10. Quinta prueba aplicación del coagulante Sulfato de Aluminio .....	48
CUADRO N° 11. Sexta prueba aplicación del coagulante Sulfato de Aluminio .....	48
CUADRO N°12. Primera prueba aplicación del coagulante Sulfato Férrico .....	50
CUADRO N° 13. Segunda prueba aplicación del coagulante Sulfato Férrico .....	50
CUADRO N° 14. Tercera prueba aplicación del coagulante Sulfato Férrico .....	51
CUADRO N° 15. Cuarta prueba aplicación del coagulante Sulfato Férrico .....	51
CUADRO N° 16. Quinta prueba aplicación del coagulante Sulfato Férrico .....	52
CUADRO N° 17. Sexta prueba aplicación del coagulante Sulfato Férrico .....	52
CUADRO N° 18. Primera prueba aplicación del floculante Alumbre .....	54
CUADRO N° 19. Segunda prueba aplicación del floculante Alumbre .....	54
CUADRO N° 20. Tercera prueba aplicación del floculante Alumbre.....	55
CUADRO N° 21. Cuarta prueba aplicación del floculante Alumbre .....	55
CUADRO N° 22. Quinta prueba aplicación del floculante Alumbre .....	56
CUADRO N° 23. Sexta prueba aplicación del floculante Alumbre .....	56
CUADRO N° 24. Primera prueba aplicación del floculante Polielectrolito .....	58
CUADRO N° 24. Segunda prueba aplicación del floculante Polielectrolito .....	58
CUADRO N° 25. Tercera prueba aplicación del floculante Polielectrolito .....	59
CUADRO N° 26. Cuarta prueba aplicación del floculante Polielectrolito .....	59
CUADRO N° 27. Quinta prueba aplicación del floculante Polielectrolito .....	60

CUADRO N° 28. Sexta prueba aplicación del floculante Polielectrolito .....	60
--	----

## INDICE DE TABLAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG.</b>
TABLA N° 01. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola.....	28
TABLA N° 02. Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de uso Agrícola.....	30
TABLA N° 03. Parámetros de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego. ....	32

## INDICE DE ANEXOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG.</b>
6. Anexos.....	65
ANEXO N° 01. Dilución de Reactivos .....	65
ANEXO N° 02. Balanza.....	65
ANEXO N° 03. Coagulante - Sulfato Férrico.....	66
ANEXO N° 04. Coagulante – Sulfato de Aluminio .....	66
ANEXO N° 05. Floculante - Polielectrolito.....	67
ANEXO N° 06. Floculante - Alumbre.....	67
ANEXO N° 07. GPS.....	68
ANEXO N° 08. Muestras Recolectadas .....	68
ANEXO N° 09. Recolección de Datos .....	69
ANEXO N° 10. Medición del Área Hidráulica.....	69
ANEXO N° 11. Medición del espejo de Agua.....	70
ANEXO N° 12. Recolección de Muestras.....	70
ANEXO N° 13. Recolección de Muestras.....	71
ANEXO N° 14. Entrevista.....	71

## INDICE DE GRAFICOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG.</b>
GRAFICO N. 01. Ubicación Geográfica del canal Latacunga-Salcedo-Ambato.....	39

## **TEMA DE TESIS**

**“APLICACIÓN DE PRUEBA DE JARRAS EN LAS AGUAS DEL CANAL LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO, A FIN DE DISMINUIR LA TURBIDEZ MEDIANTE FLOCULANTES EN EL PERIODO 2013”**

**AUTORES:** PAULINA BAUTISTA  
BYRON SÁNCHEZ

**DIRECTORA:** ING. IVONNE ENDARA

### **RESUMEN**

El Canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato es una estructura lineal de 32 km aproximadamente se origina en la ciudad de Latacunga de unas de las principales fuentes hídricas de la provincia de Cotopaxi el Rio Pumacunchi, donde se ha ejecutado este proyecto de riego que beneficia a tres Ciudades del cual lleva el nombre: Latacunga, Salcedo y Ambato, dicho proyecto es ejecutado en forma de captación directa es decir este tipo de agua no recibe tratamiento alguna previo a su distribución.

Dentro del total de beneficiarios consta un total de 17000 regantes distribuidos en 63 juntas de riego ubicadas en las dos provincias Cotopaxi y Tungurahua y su capacidad de riego abastece a un promedio de 8.400 has. Entre pastos, hortalizas sembríos de ciclo corto, frutales que luego son comercializados en todo el país.

Además de los procesos agrícolas con que se usa esta agua se ha visto afectada por el crecimiento industrial de las dos provincias y han hecho de las aguas un sitio de

descarga directa afectando directamente a los regantes y beneficiarios de este canal y posterior a la población que consume los productos cultivados con estas aguas.

La presente investigación plantea estudiar las aguas del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato para poder identificar el floculante y coagulante adecuado para poder utilizar dentro de la disminución de la turbidez paso principal en el proceso de potabilización y clarificación de las aguas para poderlas comparar n un rango permisible establecido por los estamentos reguladores en el caso del TULAS, de la misma manera acercar el proceso de descontaminación de los sistemas acustres dentro y fuera de la provincia

## **TOPIC OF THESIS**

### **"APPLICATION TEST OF PITCHERS IN THE WATERS OF CANAL LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO ORDER TO DECREASE BY TURBIDITY FLOCCULATING IN THE PERIOD 2013"**

AUTHORS: PAULINA BAUTISTA

BYRON SANCHEZ

## **ABSTRACT**

Canal irrigation Latacunga - Ambato -Salcedo is a linear structure approximately 32 km originates in the city of Latacunga of one of the main water sources in the province of Cotopaxi Pumacunchi Rio , which has executed this irrigation project that benefits three cities which named : Latacunga, Salcedo and Ambato, the project is executed in the form of direct feedback that is this type of water is not treated prior to any distribution. Within the total of beneficiaries comprises a total of 17,000 distributed in 63 irrigation boards located in both Cotopaxi and Tungurahua provinces and irrigation capacity caters to an average of 8,400 hectares. Among grasses, short rotation crops vegetables and fruit which are then marketed across the country .In addition to agricultural processes this water is used has been affected by the industrial growth of the two provinces and have made water a site direct download directly affecting irrigators and beneficiaries of this channel and after the population consume the products cultivated with groundwater .This research study presents the Canal Latacunga - Ambato -Salcedo to identify the appropriate coagulant and flocculant to use in decreasing turbidity major step in the process of purification and clarification of water so that they can compare a range n established by regulatory allowable in the case of strata TULAS , in the same manner to bring the process of decontamination of acustres systems inside and outside the province.

# I. INTRODUCCIÓN

Las diversas actividades agrícolas, ganaderas, industriales y recreacionales del ser humano han traído como consecuencia la contaminación de las aguas superficiales con sustancias químicas y microbiológicas, además del deterioro de sus características estéticas.

Para hacer frente a este problema, es necesario someter al agua a una serie de operaciones o procesos unitarios a fin de purificarla para que pueda ser reutilizada.

El tema de investigación “APLICACIÓN DE PRUEBA DE JARRAS EN LAS AGUAS DEL CANAL LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO, A FIN DE DISMINUIR LA TURBIDEZ MEDIANTE FLOCULANTES EN EL PERIODO 2013- 2014”

El inicio del Canal Latacunga, Salcedo, Ambato es en la ciudad de Latacunga ubicada en el barrio San Carlos, en donde se embalsa el agua del Rio Pumacunchi, para ser distribuida a lo largo del canal, las aguas del Canal cubren un área total de 28 km atravesando los poblados de el Niagara, Salache Taniloma, Salache La Universidad, Salache Angamarca, San Pedro de Jachaguango, Lampata, Santa Lucia, Cunchibamba, El Paraiso, Colinillas, San Rafael, Miraflores, Los huertos. El Canal cuenta con una extensión de 32 km aproximadamente el caudal de entre  $65\text{m}^3/\text{seg}$  hasta  $70\text{m}^3/\text{seg}$ .

Esta investigación nos permite describir, detallar e identificar el problema de la turbidez en el efluente del canal Latacunga – Salcedo – Ambato, aplicando diferentes tipos de Coagulantes y Floculantes, y a su vez generar una base de datos con los resultados obtenidos de la Prueba de Jarras.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es un elemento fundamental de la vida en este planeta y en las economías modernas este recurso es esencial para la agricultura, la industria la generación de electricidad y transporte. Cerca de la mitad de la población del mundo, que casi en su totalidad vive en los países en desarrollo, padece enfermedades a causa de la escasez o la contaminación de las aguas.

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. El acceso a agua potable y a medios adecuados de saneamiento está ligado directamente a la salud humana y al desarrollo. Si bien el porcentaje de personas con acceso a alguna forma de abastecimiento de agua tratada se elevó del 79% en 1990 al 82% en 2.000, más de mil millones de personas en el mundo carecen de acceso a un suministro fijo de agua para consumo.

En el Ecuador la contaminación ha aumentado en los últimos años y también ha decrecido la calidad de muchos depósitos de agua. El aumento en la actividad industrial ha incrementado la polución de las aguas de la superficie terrestre y está contaminando cada día los depósitos de agua subterráneas. El mayor problema asociado con la contaminación hídrica, es la descarga de compuestos tóxicos y patógenos, particularmente a los ríos y acuíferos que sirven como abastecimiento de agua potable, irrigación de cultivos y recreación.

Las aguas contaminadas provienen de diferentes fuentes como las industrias y las zonas habitacionales, por lo que están compuestas de partículas muy variadas y complejas, tanto en tamaño como en composición, citando como referencia las aguas residuales provenientes de los hogares, esta trae consigo desperdicios de alimentos,

desechos del inodoro, jabones de baño y de lavado de ropa, grasas y una gran cantidad de materia orgánica e inorgánica que son descargados directamente a las fuentes hídricas sin tratamiento alguno.

Las aguas contaminadas del canal Latacunga-Salcedo-Ambato están causando una serie de efectos negativos en los cultivos ya que se contaminan los productos y luego van a los consumidores provocando diferentes tipos de patologías, por ello es menester utilizar tecnologías simples y económicas pero con gran impacto.

Las principales causas que provocan la contaminación de las aguas del río Cutuchi son las aguas residuales y servidas que se descargan directamente a esta cuenca sin ningún tratamiento, de las industrias, de las plantaciones agrícolas, de establos ganaderos, de hospitales y camales.

El problema se agudiza aún más cuando las aguas servidas de la ciudad de Latacunga y los poblados aledaños se descargan al Cutuchi sin ninguna remediación; para luego estas aguas contaminadas captar el canal Latacunga-Salcedo-Ambato.

Los efectos causados son graves ya que con estas aguas se riega una gran extensión de tierras agrícolas muy productivas, dando como producto final hortalizas, legumbres, tubérculos, frutas, entre otros, contaminados que son consumidos por un gran número de habitantes.

El tramo a investigar a través de la prueba de jarras será entre el tramo comprendido entre la toma del canal hasta el sector de la Universidad Técnica de Cotopaxi tomando 10 muestras en total.

### **III. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo incide la prueba de jarras en las aguas del canal Latacunga-Salcedo-Ambato, a fin de disminuir su turbidez mediante floculantes en el periodo 2013-2014?

#### **IV. JUSTIFICACIÓN Y SIGNIFICACIÓN**

La micro cuenca del río Cutuchi, se desarrolla una gran diversidad de actividades tanto agrícolas- ganadera ,domesticas e industriales debido a lo cual el río toma toda clases de desechos producto de las actividades mencionadas ocasionando grandes y graves alteraciones tanto ambientales como para la salud .

La problemática también radica en la falta de conciencia de la comunidad en general ya que son actores directos de la contaminación del río al utilizar a este como un cuerpo receptor de las actividades a desarrollarse en su entorno.

Estos problemas tienen repercusiones, no solo como para los recursos naturales sino para todos los moradores y ciudadanía en general por lo cual el aplicar la prueba de jarras permite disminuir la turbidez y sea lo más eficiente posible.

Además, el Equipo es de mucha ayuda para los estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, que posterior a la investigación conseguirán experimentar y poder determinar la concentración adecuada de Floculante para un agua residual específica.

La realización de este tema de Tesis es de gran Importancia ya que las Provincias de Cotopaxi, Tungurahua avanzan en la investigación y reducción de límites aceptables según específica el TULAS (TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA).

Dada la situación actual de contaminación del río Cutuchi y a su vez del canal Latacunga-Salcedo-Ambato, es necesario contar con equipos que sirvan para mejorar la calidad del agua, de esta manera se logra mejorar la calidad de vida de los usuarios del canal Latacunga-Salcedo-Ambato.

Los beneficiarios del presente trabajo de investigación son más de 17000 usuarios del canal de riego Latacunga–Salcedo-Ambato también la Universidad Técnica de Cotopaxi se beneficia con el aporte de datos técnicos e inicios investigativos en este campo dentro de los beneficiarios consta el equipo investigativo que fortalece su formación académica.

## **V. OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Aplicar la prueba de Jarras mediante el uso de floculantes para la disminución de la turbidez en las aguas del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato, provincia de Cotopaxi, periodo 2013-2014.

### **ESPECÍFICOS**

- Determinar el nivel de turbidez del canal Latacunga-Salcedo-Ambato, aplicando la prueba de Jarras.
- Determinar el floculante adecuado para la disminución del grado de turbidez de las aguas del canal Latacunga-Salcedo-Ambato.
- Generar una base de datos donde se identifica los puntos muestreados y los floculantes utilizados.

# CAPÍTULO I

## 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1 MARCO TEÓRICO

#### 1.1.1 Contaminación

##### 1.1.1.1 Definición

Según PEÑALOZA, Jorge (2012) en la Universidad de Pamplona manifiesta.

“La contaminación es la introducción de agentes biológicos, químicos o físicos a un medio al que no pertenecen”. (p. 21).

Cualquier modificación indeseable de la composición natural de un medio; por ejemplo, agua, aire o alimentos. La contaminación es uno de los problemas más grandes que existen en el planeta y el más peligroso, ya que al destruir la Tierra y su naturaleza original, termina por destruirnos a nosotros mismos.

La contaminación es la introducción de agentes biológicos, químicos o físicos a un medio al que no pertenecen.

Cualquier modificación indeseable de la composición natural de un medio; por ejemplo, agua, aire o alimentos.

### **1.1.1.2 Contaminante**

Según PEÑALOZA, Jorge (2012) en la Universidad de Pamplona manifiesta:

**Contaminante es aquella sustancia química, biológica o radiológica, en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o encontrarse por encima de sus concentraciones normales en la atmósfera, agua, suelo, fauna o cualquier elemento del medio ambiente, altera y cambia su composición y condición natural. (p.19).**

### **1.1.1.3 Origen y Fuentes**

Según PEÑALOZA, Jorge (2012) en la Universidad de Pamplona manifiesta.

“La contaminación puede ser de origen natural o antropológico”. (p.23)

Un volcán por ejemplo genera grandes cantidades de material particulado en suspensión (MSP) que puede ser contaminante porque entra en los pulmones de los seres vivos y daña su sistema respiratorio.

El hombre no tuvo nada que ver en la erupción de ese volcán por lo cual se dice que tiene un origen natural. Antropológico es aquello que es generado por el hombre (antro = hombre).

### **1.1.1.4 Fuentes de Contaminación**

Según PEÑALOZA Jorge (2012) Universidad de Pamplona manifiesta:

Es todo aquello que genera la contaminación y entre ellas encontramos.

**Fuentes Puntuales:** Son aquellas que son fácilmente identificables, es decir, que conociendo el contaminante que se encuentra en el ambiente y sabiendo que actividad lo produce, mediante una investigación se podría saber quién lo produjo.

- **Fuentes no Puntuales:** Son aquellas que difícilmente pueden identificarse y que suelen encontrarse dispersas.
  
- **Fuentes Fijas:** Son aquellas que se mantienen en un mismo lugar en el espacio. Ejemplo las industrias.
  
- **Fuentes Móviles:** Son aquellas que tienen un cierto desplazamiento. Ejemplo las fuentes móviles. (p1)

#### **1.1.1.5 Tipos de Contaminación**

Según PEÑALOZA Jorge (2012) Universidad de Pamplona señala:

- Contaminación del suelo
- Contaminación del aire (Atmosférica)
- Contaminación del agua (Ríos, mares, océanos)
- Contaminación por residuos.
- Contaminación del paisaje
- Contaminación radioactiva.
- Contaminación lumínica.
- Contaminación sonora.
- Contaminación visual.
- Contaminación por basuras y escombros.
- Contaminación de origen agrícola.
- Contaminación térmica.

## 1.2 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Según ECHARRI, Luis,(2007), en el módulo de Población, ecología y Ambiente “El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación”. (p.18)

Pero esta misma facilidad de regeneración del agua, y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el que arrojamamos los residuos producidos por nuestras actividades.

Pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos, etc., se encuentran, en cantidades mayores o menores, al analizar las aguas de los más remotos lugares del mundo.

Muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana, y dañinas para la vida.

### 1.2.1 Alteraciones físicas del agua

**CUADRO N° 01. Alteraciones físicas del agua**

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

	electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20°C
--	---

**Fuente:** Luis Echarri en el módulo de Población, ecología y Ambiente (2007)

### 1.2.2 Alteraciones químicas del agua

#### *CUADRO N° 02. Alteraciones del agua*

<b>Alteraciones Químicas</b>	<b>Contaminación que indica</b>
pH	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. 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.
Oxígeno disuelto OD1	Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.
Materia orgánica	DBO <sub>5</sub> es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia

biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	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.
Materiales oxidables: Demanda Química de Oxígeno (DQO)	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.
Nitrógeno Total	Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización. El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. En los análisis habituales se suele determinar el NTK (nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal. El contenido en nitratos y nitritos se da por separado.
Fósforo total	El fósforo, como el nitrógenos, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización. 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.
Aniones: cloruros nitratos	indican salinidad indican contaminación agrícola indican actividad bacteriológica

nitritos	indican detergentes y fertilizantes
fosfatos	Indican acción bacteriológica anaerobia (aguas negras, etc.)
sulfuros	indican contaminación de origen industrial
cianuros	en algunos casos se añaden al agua para la prevención de las caries, aunque es una práctica muy discutida.
fluoruros	
Cationes:	indica salinidad
sodio	están relacionados con la dureza del agua
calcio y	contaminación con fertilizantes y heces
magnesio	de efectos muy nocivos; se bioacumulan en la cadena trófica;
amonio	(se estudian con detalle en el capítulo correspondiente)
metales	
pesados	
Compuestos Orgánicos	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>La contaminación con pesticidas, petróleo y otros hidrocarburos se estudia con detalle en los capítulos correspondientes.</p>

**Fuente:** Luis Echarri en el módulo de Población, ecología y Ambiente (2007)

### 1.2.3 Alteraciones biológicas del agua

**CUADRO N° 03. Alteraciones del agua**

<b>Alteraciones biológicas del agua</b>	<b>Contaminación que indican</b>
Bacterias coliformes <sup>2</sup>	Desechos fecales
Virus	Desechos fecales y restos orgánicos
Animales, plantas, microorganismos Diversos	Eutrofización

**Fuente:**Luis Echarri en el módulo de Población, ecología y Ambiente (2007)

### 1.2.4 Substancias contaminantes del agua

ECHARRY, Luis, (2007) en el Modulo de Población, Ecología y Ambiente subraya:

“Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar de muy diferentes maneras”. (p.25).

Una posibilidad bastante usada es agruparlos en los siguientes ocho grupos:

**a) Microorganismos patógenos.** Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc.

En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua.

**b) Desechos orgánicos.** Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, OD, en agua, o la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno).

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

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

**e) Compuestos orgánicos.** Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen,

en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

**f) Sedimentos y materiales suspendidos.** Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua.

La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, rías y puertos.

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

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

### **1.2.5 Clasificación de la calidad de las aguas**

ECHARRY, Luis, (2007) en el Modulo de Población, Ecología y Ambiente

”Hay muchos sistemas de clasificar la calidad de las aguas, en primer lugar se suele distinguir según el uso que se le vaya a dar (abastecimiento humano, recreativo, vida acuática)”. (p26)

### a) Clasificación para consumo humano

Las aguas se clasifican en cuatro grupos (ver cuadro) según su calidad para el consumo humano. Para hacer esta clasificación se usan unos 20 parámetros de los que los más importantes son: DQO, DBO5, NH4.+, NTK, conductividad, Cl-, CN-, recuentos microbiológicos y algunos metales (Fe, Cu, Cr).

**CUADRO N° 04. Clasificación de las aguas para consumo humano**

<b>Tipo</b>	<b>Clasificación de las aguas para consumo humano</b>
A1	Aguas potabilizables con un tratamiento físico simple como filtración rápida y desinfección.
A2	Aguas potabilizables con un tratamiento físico-químico normal, como precloración, floculación, decantación, filtración y desinfección.
A3	Potabilizable con un tratamiento adicional a la A2, tales como ozonización o carbón activo.
A4	Aguas no utilizables para el suministro de agua potable, salvo casos excepcionales, y con un tratamiento intensivo.

**Fuente:** Luis Echarri en el módulo de Población, ecología y Ambiente (2007)

### b) Clasificación para baño y usos deportivos

De forma similar se determina la aptitud de las aguas para el baño y uso deportivo. En este caso hay que fijarse, sobre todo, en los recuentos microbiológicos, el porcentaje de saturación de oxígeno, y en menor medida, presencia de aceites y grasas y otros caracteres organolépticos (olor, sabor, etc.).

Para determinar la aptitud de las aguas para la vida piscícola influye mucho la concentración de nitritos y también el amoníaco no ionizado, que es muy tóxico para los organismos acuáticos, aún a bajas concentraciones; y también, aunque menos, la DBO<sub>5</sub>, amonio, hidrocarburos disueltos y metales (Pb, Cu, Zn) presentes.

### c) Otras clasificaciones de calidad de las aguas

Hay otras formas de definir la calidad de las aguas que se utilizan según lo que interese conocer. Se puede también determinar y clasificar las aguas según un índice de calidad

físico-químico. Ejemplos de índices utilizados son:

- **ICG** (índice de calidad general), muy utilizado en todo el estado español.

Otra posibilidad es analizar el nivel de mineralización de las aguas por análisis de conductividad.

Desde el punto de vista biológico suele interesar clasificar las aguas según el tipo y cantidad de microorganismos presentes o aplicar índices bióticos, como el BMWP, o índices de diversidad que indican la riqueza ecológica de ese tramo del río.

Hay modelos, como el SCAF, que determinan el tipo de "ambiente ecológico" de la estación analizada, lo que permite hacer estudios de comparación o determinar que impactos negativos sobre el ecosistema pueden estar afectando a la calidad del río.

- **Índice biótico BMWP** (Biological Monitoring WorkingParty) de Hellawell modificado por Alba & Sánchez para la Península Ibérica. Con él se determina un índice que suele tener valores entre 0 y un máximo indeterminado que, en la práctica, no suele superar el 200.

- **Modelo SCAF.-** Se basa en la teoría de la sucesión ecológica. Determina el estado ambiental combinando los índices de diversidad y el índice biótico BMWP'.

Con este modelo se determinan los distintos tipos de estado ambiental del ecosistema. A cada tipo le corresponderán, a su vez, unos usos potenciales.

### **1.3. TEST DE JARRAS**

Según GIRALDO, Ida (2009) en su presentación del test de jarras manifiesta:

**Técnica de laboratorio que simula el proceso de clarificación del agua, simula el proceso de coagulación y floculación utilizado para eliminar las partículas en dilución que producen turbidez, olor o cambio de color del efluente. (p.13)**

El test de jarras se realiza para determinar la concentración adecuada de coagulante para obtener un floculante de buenas características. (Pág. 13).

Para la Prueba de Jarras usualmente se utiliza un dispositivo que permite trabajar simultáneamente 4 jarras, y que consiste en 4 paletas interconectadas a un regulador de velocidad, con el cual se puede dar la misma velocidad de agitación, y durante el mismo tiempo, a las 4 jarras.

Comercialmente se encuentran equipos capaces de operar entre 0 y 400.r.p.m.(revoluciones por minuto) el agitador mecánico se encuentra instalado sobre un iluminador, flóculos preferentemente con una base blanca, que le sirve como soporte.

Lo ideal es que la iluminación este en un ángulo recto a la dirección del observador, ósea, arriba o debajo de los vasos.

Deben de evitarse fuentes de luz que generen mucho calor, produciendo diferencias de temperatura entre el agua de las jarras y el agua cruda de la planta, lo que se traduce en diferencias de viscosidad, choque de partículas, y en general, en una serie de parámetros, que finalmente producen un efecto significativo en la coagulación y sedimentación. Las jarras o vasos a usar deben ser de 1 litro alternativamente. Se debe evitar usar vasos más pequeños, debido a la dificultad de obtener precisión en la dosificación de pequeños volúmenes de coagulantes, ayudantes de coagulación o de floculación, en jarras con volúmenes más pequeños.

También es común el uso de jarras cuadradas, aun cuando se producen modificaciones en los gradientes de velocidad, así como puntos muertos en las esquinas, debido al cambio de sección.

Cuando se utilicen jarras de vidrio, se debe evitar en lo posible el lavado de las mismas con detergente, porque muchos de estos tienen compuestos aniónicos que son fuertemente absorbidos por las paredes de las jarras de vidrio, que de no ser completamente removidos, pueden afectar la prueba en forma significativa, en cada una de las jarras se coloca igual cantidad de agua a tratar (1 lt).

### **1.3.1 Coagulación**

GIRALDO, Ida, 2009 en su presentación del test de jarras subraya que:

“Es el proceso de desestabilización de las partículas suspendidas de modo que se reduzcan las fuerzas de separación entre ellas”. (p.19)

- **Coagulo.-** Las reacciones que suceden al agregar un reactivo químico al agua.

### **1.3.2 Principales Coagulantes**

- **Sal Metálica.-** Actúa sobre los coloides del agua por medio del catión, que neutraliza las cargas negativas antes de precipitar.
- **Polielectrolitos Catiónicos.-** Se le llama así porque lleva cargas positivas que neutralizan directamente los coloides negativos.

### **1.3.3 Modelos Principales para la Coagulación**

- **Modelo Helmholtz.-** Se basa en dos superficies cargadas eléctricamente y separadas por una distancia “d” constante.
- **Modelo GouyChapman.-** Introduce el concepto de capa difusa, para esto usa la ecuación de Poisson lo que permite calcular las posiciones de equilibrio de los iones de la doble capa.
- **Modelo de Stern.-** Señala que existe la posibilidad de coexistencia de ambas copas por lo tanto es un modelo de doble capa eléctrica, hay una capa fija de contra iones que está adherida a la superficie coloidal.

### **1.3.4 Floculación**

Es la aglomeración por medio de agitación moderada del agua, de partículas que se estabilizan durante la coagulación, formando otras de mayor tamaño y peso específico.

Su objetivo es reunir los micro flóculos para formar partículas de peso específico superior al agua y compactar el floculo disminuyendo su grado de hidratación para conseguir una concentración más baja que da una eficiencia a la sedimentación.

### **1.3.5 Tipos de Flocculación**

- **Ortocinética.-** Son colisiones de partículas debido al movimiento del agua, inducido por un movimiento exterior al agua de origen mecánico o hidráulico.
- **Pericinética.-** Se debe al movimiento natural del agua y esta inducida por la energía térmica. Su efecto es sobre partículas menores a 1 micrón. Su fuente de agitación es interna.

### **1.3.6 Tipos de Flocculantes**

#### **A) Minerales**

- Sílice Activada.- Uno de los principales flocculantes.

#### **B) Orgánicos**

Son macromoléculas de cadena larga con alto peso molecular:

- Poli electrolitos No iónicos
- Poli electrolitos Aniónicos
- Poli electrolitos Cationicos

## **1.4 NORVATIVA LEGAL**

### **1.4.1 CONSTITUCION POLITICA DEL ECUADOR**

Constitución Política del Ecuador La Constitución de la República del Ecuador aprobada y vigente desde el 20 de Octubre del 2008, en los términos más amplios la nueva Constitución Política del Ecuador establece los principios, así como los derechos y obligaciones de la ciudadanía en la parte correspondiente al medio ambiente.

El sujeto de obligación, en este caso, es el Estado Ecuatoriano y los beneficiarios del derecho son los ciudadanos y la naturaleza, como se señala en los artículos principales que se indican a continuación:

#### **TÍTULO VII: RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR**

##### **Capítulo Segundo: Biodiversidad y recursos naturales**

##### **Sección Primera: Naturaleza y Ambiente.**

##### **Sección Sexta: Agua**

**Art. 411.**-El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.

Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

## **1.4.2 LEY DE AGUAS**

### **TITULO II**

#### **DE LA CONSERVACION Y CONTAMINACION DE LAS AGUAS**

##### **CAPITULO I DE LA CONSERVACION**

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.

Las concesiones y planes de manejo de las fuentes y cuencas hídricas deben contemplar los aspectos culturales relacionados a ellas, de las poblaciones indígenas y locales.

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.

##### **CAPITULO II DE LA CONTAMINACION**

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

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

Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua. La denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo.

### 1.4.3 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA

#### LIBRO VI ANEXO 1

##### 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. (Ver en la tabla).

**TABLA N° 01. 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

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
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
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	<i>VISIBLE</i>		<i>AUSENCIA</i>
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	Ph		6-9

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02

**TABLA N° 02. Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de uso Agrícola**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coniformes Totales	nmp/100 ml		1 000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	<b>cero</b>
Zinc	Zn	mg/l	2,0

Además de los criterios indicados, la Entidad Ambiental de Control utilizará también las siguientes guías para la interpretación de la calidad del agua para riego y deberá

autorizar o no el uso de agua con grado de restricción severo o moderado. (Ver la tabla).

**TABLA N° 03. Parámetros de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego.**

<b>PROBLEMA POTENCIAL</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>*GRADO DE RESTRICCIÓN.</b>			
		<b>Ninguno</b>	<b>Ligero</b>	<b>Moderado</b>	<b>Severo</b>
<b>Salinidad (1):</b>					
CE (2)	Milimhos/cm	0,7	0,7	3,0	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450	2000	>2000
<b>Infiltración (4):</b>					
RAS = 0 – 3 y CE		0,7	0,7	0,2	< 0,2
RAS = 3 – 6 y CE		1,2	1,2	0,3	< 0,3
RAS = 6 – 12 y CE		1,9	1,9	0,5	< 0,5
RAS = 12 – 20 y CE		2,9	2,9	1,3	<1,3
RAS = 20 – 40 y CE		5,0	5,0	2,9	<2,9
<b>Toxicidad por ión específico (5):</b>					
<b>- Sodio:</b>					
Irrigación superficial RAS (6)		3,0	3,0	9	> 9,0

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	*GRADO DE RESTRICCIÓN.			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
Aspersión <b>- Cloruros</b>	meq/l	3,0	3,0		
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0	10,0	>10,0
Aspersión <b>- Boro</b>	meq/l mg/l	3,0 0,7	3,0 0,7	3,0	> 3,0
<b>Efectos misceláneos (7):</b>					
- Nitrógeno (N-NO3)	mg/l	5,0	5,0	30,0	>30,0
- Bicarbonato (HCO3)	meq/l	1,5	1,5	8,5	> 8,5
Ph	Rango normal	6,5 –8,4			

Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

1. Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.
2. Conductividad eléctrica del agua: regadío (1 milimhos/cm = 1000 micromhos/cm).
3. Sólidos disueltos totales.
4. Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo.
5. Afecta a la sensibilidad de los cultivos.
6. RAS, relación de absorción de sodio ajustada.
7. Afecta a los cultivos susceptibles.

## **CAPÍTULO II**

### ***2. DISEÑO METODOLÓGICO***

#### ***2.1. Tipos de investigación***

En este segundo capítulo se describe todo lo relacionado a métodos, técnicas, instrumentos y materiales empleados que sirvieron como ayuda a los autores para elaborar la presente investigación.

##### **2.1.1 Investigación descriptiva**

Esta investigación nos permitió describir, detallar e identificar el problema de la turbidez en el efluente del canal Latacunga – Salcedo – Ambato, aplicando diferentes tipos de Coagulantes y Flocculantes.

##### **2.1.2 Investigación de campo**

La investigación de campo, nos permitió trabajar mediante visitas in situ a fin de generar la información de carácter primario y secundario, con la aplicación de herramienta de recolección de datos y de equipos para la recolección de muestras. (Identificación de los puntos de muestreo.)

## **2.1.3 Métodos y Técnicas**

### **2.1.3.1 Métodos**

#### **2.1.3.1.1 Método Deductivo**

Es aquel que parte de verdades previamente establecidas como principio general para luego aplicarlos a casos individuales y probar así su validez, recurriendo para ello a la aplicación, comprobación y demostración.

Facilito realizar un análisis comparativo de las muestras recolectadas para la aplicación de prueba de jarras y determinar el nivel de turbidez

#### **2.1.3.1.2 Método Analítico**

El análisis consiste en la desmembración de un todo, en sus elementos para observar su naturaleza, peculiaridades, relaciones, etc.

El mismo que nos permitió analizar y determinar el floculante y coagulante con la cantidad adecuada en cada prueba y en base de los resultados identificar el coagulante y floculante que se ajuste a objetivos establecido en la presente investigación.

#### **2.1.3.1.3 Método científico**

Es un conjunto de principios, reglas y procedimientos para orientar la investigación con la finalidad de alcanzar un conocimiento objetivo de la realidad, demostrando y comprobando racionalmente.

Se pudo establecer el nivel y grado de rpm (revoluciones por minuto) y tiempo combinado, para efectivizar los principios de coagulación y floculación en las muestras recolectadas.

### **2.1.3.2 Técnicas**

#### **2.1.3.2.1 La Observación**

Es una técnica que permite obtener conocimiento acerca del comportamiento del objeto de investigación, tal como éste se da en la realidad, es una manera de obtener la información directa e inmediata sobre el fenómeno u objeto investigado.

Se observó el origen y trayectoria del canal Latacunga-Salcedo-Ambato para determinar los puntos de muestreo con datos adicionales en cada muestra.

Así mismo se observó el proceso de la prueba de jarras y el accionar de la coagulación y floculación

#### **2.1.3.2.2 La Entrevista**

Es la recopilación verbal sobre algún tópico de interés para el entrevistador.

Técnica aplicada en la búsqueda de información que permitió determinar el nivel de incidencia con la población del canal Latacunga –Salcedo-Ambato, como información básica recopilada por el equipo investigador.

De la misma forma recopilamos información de sobre la cantidad de usuarios, predios, sembríos en base de preguntas a la directiva del canal Latacunga-Salcedo-Ambato quien preside la Sra. Lic. Patricia Aguirre para obtener la distancia, número de socios capacidad cubica del canal, y levantar la línea base del canal en mención.

¿Cuál es la longitud del canal Latacunga-Salcedo-Ambato?

¿Cuántas personas operan los pasos del flujo de agua del canal Latacunga-Salcedo-Ambato?

¿Cuál es la capacidad total del canal?

¿Cuántos usuarios son beneficiados con estas aguas?

¿Cuál es el representante legal del canal Latacunga-Salcedo-Ambato?

### **2.1.3.2.3 Lectura comprensiva**

Para obtener una visión más analítica y objetiva de los contenidos, la lectura comprensiva ayudo en la interpretación y comprensión critica de los datos investigados acerca del canal Latacunga – Salcedo – Ambato y del equipo que se utilizó para la aplicación de la prueba de jarras

## **2.1.4 Unidad de estudio**

### **2.1.4.1 Descripción del Área**

Canal de riego Latacunga-salcedo-Ambato cuenta con una extensión de 32km. dentro de esta, longitud se ha determinado seis puntos a muestrear.

**GRAFICO N. 01. Ubicación Geográfica del canal Latacunga-Salcedo-Ambato**



**Fuente:** realizado por los investigadores.

#### **2.1.4.2 Muestreo Aleatorio**

Consiste en 6 muestras entre el inicio y el finalización del canal Latacunga-Salcedo-Ambato que se ha determinado del siguiente manera punto 1 inicio del canal en la ciudad de Latacunga, Punto 2 salida del canal de la ciudad de Latacunga, Punto 3 ingreso del canal en la ciudad de Salcedo, Punto 4 salida del canal de la ciudad de Salcedo, Punto 5 ingreso a la provincia de Tungurahua parroquia Cunchibamba y finalmente la finalización del Canal en la ciudad de Ambato.

#### **2.1.5 materiales, equipos e insumos utilizados en la investigación**

##### **2.1.5.1 materiales**

Cámara Fotográfica: Marca Sony Handycam, 16x

GPS: Marca Garmin maps 64, margen de error +\_ 1

Balanza: Marca Orbeco balanza en mgr de representación.

Equipo de protección personal (Mascarilla, Gafas, Guantes)

#### 2.1.5.2 equipos

Test de jarras: Se utilizó un equipo de 4 agitadores de acero quirúrgico inoxidable Marca Orbeco de procedencia japonesa. Con un rango de tiempo de 0 a 40 minutos y de 0 a 200 rpm (Revoluciones Por Minuto).

#### 2.1.5.3 Insumos

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  Sulfato Férrico:

Compuesto de hierro, Azufre y oxígeno se presenta en forma de sal sólida de color amarillo.

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  Sulfato de Aluminio:

Es la unión de Azufre, Aluminio y oxígeno se presenta en forma de sal sólida de color blanco.

Alumbre:

Compuesto por Aluminio y Potasio se presenta en sal sólida color de blanco

Polielectrolito:

Es un compuesto de un poliácido acrílico que al contacto con el agua se formarán iones.

### **2.1.6 Metodología**

Para determinar el nivel de turbidez del canal Latacunga-Salcedo-Ambato, se procedió de la siguiente manera:

#### **Paso I: Reconocimiento del área**

Realizamos un recorrido de campo del Canal Latacunga, Salcedo, Ambato, el mismo que inicia en la ciudad de Latacunga, en el barrio San Carlos, en donde se embalsa el agua del Rio Pumacunchi, para ser distribuida a lo largo del canal, las aguas del Canal cubren un área total de 28 km atravesando los poblados de El Niagara, SalacheTaniloma, Salache La Universidad, Salache Angamarca, San Pedro de Jachaguango, Lampata, Santa Lucia, Cunchibamba, El Paraiso, Colinillas, San Rafael, Miraflores, Los huertos. El Canal cuenta con una extensión de 32 km aproximadamente el caudal de entre  $65\text{m}^3/\text{seg}$  hasta  $70\text{m}^3/\text{seg}$ .

#### **Paso II: Determinación de los 6 puntos a muestrear en el canal**

Los puntos fueron determinados al ingreso y salida de las aguas de las dos provincias y cantones por donde atraviesa las aguas del Canal Latacunga, Salcedo, Ambato es así que se determinó el punto en el ingreso del agua en el Cantón Latacunga y el punto siguiente a la salida de las aguas en la Comunidad de Salache Cajamarca así mismo se determinó un punto en el ingreso del Cantón Salcedo en la Comunidad de San Pedro de Jachaguango y la otra al finalizar el límite cantonal y de la misma manera en la provincia de Tungurahua en la Parroquia Cunchibamba.

### **CUADRO N°05 .Cronograma de Muestreo**

N de muestra	Fecha	Hora	Coordenadas X	Coordenadas Y	Sector
1	13/02/2014	06h00	0765103	09895310	San Rafael
2	13/02/2014	06h30	0765139	09887238	Salache
3	13/02/2014	11h25	0764843	09884867	Salache-La Argentina
4	13/02/2014	12h57	0766259	09880479	Lampata
5	13/02/2014	13h5	0767008	09879483	Santa Lucia
6	13/02/2014	14h6	0768321	09869831	Cunchibamba

**Realizado por:** Los investigadores

#### **Paso III: Georeferenciación**

Para la georeferenciación del canal Latacunga, Salcedo, Ambato se utilizó un GPS marca Garmin modelo (maps serie 01231081).

#### **Paso IV: Monitoreo:**

Se realizó un monitoreo aleatorio previamente establecido de las aguas del Canal Latacunga Salcedo Ambato, con el fin de contar con 6 muestras simples, tomadas en puntos estratégicos para poder analizar las aguas recolectadas y posterior ser analizadas.

#### **Paso V: Dilución de reactivos:**

Sulfato férrico:

Se diluyo 15gr en 15ml de agua.

Sulfato de aluminio:

Se diluyo 15gr en 15 ml de agua.

Alumbre:

Se diluyo 15gr en 15 ml de agua.

Polielectrolito:

Se encuentra en el mercado en un presentación liquida no necesita dilución.

#### **Paso VI: Vasos de precipitación:**

En el análisis de las muestras recolectadas se utilizaron 4 vasos de precipitación marca pirex de 1000 ml de capacidad.

#### **Paso VII: Prueba de Test de jarras:**

Se utilizó un equipo de 4 agitadores marca Orbeco serie S/n, utilizando el siguiente método:

Llenar los vasos de precipitados del aparato con el agua a analizar. Un contenedor deberá de ser el control, mientras los demás pueden ser ajustados a las condiciones deseadas.

Adicionar el coagulante a cada contenedor y mezclar a aproximadamente 100 rpm por 1 min.

Reducir la velocidad de mezclado a 25 o 35 rpm y continuar el proceso de mezclado por 15 o 20 min.

Apagar el equipo de mezclado y esperar a que se sedimente de 20 a 45 min.

**2.1.6 Para establecer el coagulante y floculante adecuado para disminuir el grado de turbidez del canal Latacunga-Salcedo-Ambato se utilizó los siguientes procedimientos.**

#### **2.1.6.1 Observación:**

Se realizó una prueba de jarras con las aguas del canal Latacunga-Salcedo-Ambato con los siguientes reactivos:

#### **2.1.6.2 Muestreo de aguas**

Las muestras de agua pueden ser “simples”, “compuestas” o bien “en continuo”. Van depender de la forma y el nivel del caudal del cuerpo de agua a investigar.

#### **2.1.6.3 Muestra simple**

Proporcione información sobre la calidad en un punto y momento dado:

Mediante la norma (NTE INEN 2169:98) fue importante para establecer datos de la red del canal Latacunga-Salcedo-Ambato, fueron tomadas 6 muestras en puntos determinados por los investigadores previamente en envases limpios las mismas que posterior nos ayudaron a determinar el nivel de turbidez de las aguas del canal Latacunga-Salcedo-Ambato.

## CAPÍTULO III

### *3. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS*

Mediante el presente trabajo de investigación; aplicación de prueba de Jarras en las Aguas del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato, a fin de disminuir la turbidez mediante floculantes en el Periodo 2013, conocer el tipo de floculante y coagulante y su medida adecuada y determinar cuál es el eficiente para la disminución de la turbidez.

#### *3.1. Determinación del coagulante.*

##### **3.1.1. Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$**

Es una sal de fórmula  $Al_2(SO_4)_3$ , es sólido y blanco (en el caso del sulfato de aluminio tipo A, con un contenido de hierro inferior 0.5%) y marrón para el caso del sulfato de aluminio tipo B (contenido de hierro inferior al 1,5%).

Es ampliamente usada en la industria, comúnmente como coagulante en la purificación de agua potable y en la industria del papel.

Es considerado como floculante en dilución con agua limpia y se considera la cantidad dependiendo de la capacidad del agua en concentración de UTN (unidades de turbiedad nefelométrías), es considerado como el floculante blanco debido a su dilución incolora en el agua y su capacidad de dilución.

La propiedad floculante Cuando el pH del agua es débilmente ácido, neutro o débilmente alcalino, el aluminio precipita arrastrando las partículas en suspensión, dejando el agua transparente, esta propiedad es comúnmente usada en piscinas y para tratamiento de aguas industriales para evitar formación de gérmenes y algas.

**CUADRO N° 06. Primera prueba aplicación del coagulante Sulfato de Aluminio**

Coagulante	Numero de muestra	Rpm/tiempo	Cantidad de Agua	Cantidad de Coagulante	Reposo
Sulfato Aluminio	1	120rpm x 1min	1000ml	5 ml	20 min
				10 ml	
				15ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N°07. Segunda prueba aplicación del coagulante Sulfato de Aluminio**

Coagulante	Numero de muestra	Rpm/tiempo	Cantidad de Agua	Cantidad de Coagulante	Reposo
Sulfato Aluminio	2	120rpm x 1min	1000ml	5 ml	20 min
				10 ml	
				15ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 08. Tercera prueba aplicación del coagulante Sulfato de Aluminio**

Coagulante	Numero de muestra	Rpm/tiempo	Cantidad de Agua	Cantidad de Coagulante	Reposo
Sulfato Aluminio	3	120rpm x 1min	1000ml	5 ml	20 min
				10 ml	
				15ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 09. Cuarta prueba aplicación del coagulante Sulfato de Aluminio**

Coagulante	Numero de muestra	Rpm/tiempo	Cantidad de Agua	Cantidad de Coagulante	Reposo
Sulfato Aluminio	4	120rpm x 1min	1000ml	5 ml	20 min
				10 ml	
				15ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 10. Quinta prueba aplicación del coagulante Sulfato de Aluminio**

Coagulante	Numero de muestra	Rpm/tiempo	Cantidad de Agua	Cantidad de Coagulante	Reposo
Sulfato Aluminio	5	120rpm x 1min	1000ml	5 ml	20 min
				10 ml	
				15ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 11. Sexta prueba aplicación del coagulante Sulfato de Aluminio**

Coagulante	Numero de muestra	Rpm/tiempo	Cantidad de Agua	Cantidad de Coagulante	Reposo
Sulfato Aluminio	6	120rpm x 1min	1000ml	5 ml	20 min
				10 ml	
				15ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

### 3.1.1.1. Resultados

El sulfato de aluminio es una sustancia incolora e inodora que es una ventaja si necesitamos que la turbidez del agua sea reducida, en la prueba que aplicamos pudimos notar que el sulfato de aluminio actúa eficazmente dentro del tiempo establecido de mezcla (20 min) la desestabilización de los coloides se efectúa dentro de la velocidad y tiempo establecido por los investigadores.

Determinamos que el tiempo es el mismo y no influye en el resultado final de las mezclas mas no el volumen que se emplea en los coagulantes siendo el adecuado el de 15 ml que fue el que mejor resultado arrojó.

### 3.1.1.2 Sulfato férrico $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

El sulfato férrico  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  es un sólido en forma de polvo blanco grisáceo o un sólido cristalino amarillo (como arena). Se emplea en pigmentos y fertilizantes, para colorear textiles, y en el tratamiento de agua y el acabado de metales (desoxidación y pulimento).

Es un compuesto de hierro 30%, azufre 30%, y oxígeno 40% aproximadamente.

- Se usa como mordiente antes de aplicar un colorante, y como coagulante para residuos industriales.
- También se usa como pigmento colorante y en los baños de decapado para aluminio y acero.

Es utilizado como coagulante por su alta eficiencia en el tratamiento de aguas industriales y aguas grises, se mantiene un alto régimen de utilización y variación de este coagulante por su color característico, también en piscinas recreativas para el mantenimiento y limpieza de aguas.

En el mercado existe muy poca alternativa para adquirir este tipo de elementos químicos ya que la efectividad de estos va a variar dependiendo de la turbidez que tenga el agua así mismo de la dosis que se emplea en cada muestra tomando en cuenta la cantidad de agua y luego determinar el nivel de coagulante.

Hemos variado la utilización del coagulante en agua con turbidez elevada para poder determinar la eficacia de la dosis y coagulante empleado.

**CUADRO N°12. Primera prueba aplicación del coagulante Sulfato Férrico**

Coagulante	Numero de muestra	Rpm/tiempo	Cantidad de Agua	Cantidad de Coagulante	Reposo
Sulfato férrico	1	120rpm x 1 min	1000ml	5 ml	20 min
				10 ml	
				15 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 13. Segunda prueba aplicación del coagulante Sulfato Férrico**

Coagulante	Numero de muestra	Rpm/tiempo	Cantidad de Agua	Cantidad de Coagulante	Reposo
Sulfato férrico	2	120rpm x 1 min	1000ml	5 ml	20 min
				10 ml	
				15 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 14. Tercera prueba aplicación del coagulante Sulfato Férrico**

<b>Coagulante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Sulfato férrico</b>	3	120rpm x 1 min	1000ml	5 ml	20 min
				10 ml	
				15 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 15. Cuarta prueba aplicación del coagulante Sulfato Férrico**

<b>Coagulante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Sulfato férrico</b>	4	120rpm x 1 min	1000ml	5 ml	20 min
				10 ml	
				15 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 16. Quinta prueba aplicación del coagulante Sulfato Férrico**

Coagulante	Numero de muestra	Rpm/tiempo	Cantidad de Agua	Cantidad de Coagulante	Reposo
Sulfato férrico	5	120rpm x 1 min	1000ml	5 ml	20 min
				10 ml	
				15 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 17. Sexta prueba aplicación del coagulante Sulfato Férrico**

Coagulante	Numero de muestra	Rpm/tiempo	Cantidad de Agua	Cantidad de Coagulante	Reposo
Sulfato férrico	6	120rpm x 1 min	1000ml	5 ml	20 min
				10 ml	
				15 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

### 3.1.1.2.1 Resultados

El sulfato férrico es una sustancia de color verde Azulado, en la prueba aplicada pudimos observar que este elemento actúa eficazmente dentro del tiempo y la velocidad aplicada por el equipo investigador sin embargo el color característico de esta sustancia sigue presente en el agua analizada.

Dentro de la prueba podemos mencionar que al igual que el sulfato de aluminio la cantidad y el tiempo fueron el mismo, lo que en este proceso cambio fue el reactivo que fue eficaz que el reactivo anterior en cantidades iguales el desempeño del coagulante fue el mismo.

### **3.1.2 Determinación del floculante.**

#### **3.1.2.1 Alumbre**

Es un tipo de sulfato doble compuesto por el sulfato de un metal trivalente, como el aluminio, y otro de un metal monovalente.

También se pueden crear dos soluciones: una solución saturada en caliente y una solución saturada en frío.

Generalmente se refiere al alumbre potásico  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  (o su equivalente natural, la calinita).

Una característica destacable de los alumbres es que son equimoleculares, porque por cada molécula de sulfato de aluminio hay una molécula de sulfato del otro metal; y cristalizan hidratados con 12 moléculas de agua en un sistema cúbico.

Es una sal astringente que se emplea para aclarar las aguas turbias colocándose en los filtros donde pasan las corrientes; sirve de mordiente en tintorería y de cáustico en medicina, curtido de pieles, endurecedor del yeso. Se emplea en la fabricación de papel y anti transpirantes.

En medicina, en paciente urológico que tienen recurrentes hemorragias de origen vesical, se puede usar alumbre, que provoca detención del sangrado, ya que produce cauterización de los vasos y a su vez fibrosis de la mucosa.

Es utilizado como floculante en la limpieza de piscinas y en plantas de tratamientos para la potabilización de aguas es incoloro e inodoro que ayuda como coagulante y floculantes en cantidades grandes.

**CUADRO N° 18. Primera prueba aplicación del floculante Alumbre**

<b>Floculante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Alumbre</b>	1	120rpm x 10min	1000ml	10 ml	40 min
				20 ml	
				30 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 19. Segunda prueba aplicación del floculante Alumbre**

<b>Floculante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Alumbre</b>	2	120rpm x 10min	1000ml	10 ml	40 min
				20 ml	
				30 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 20. Tercera prueba aplicación del floculante Alumbre**

<b>Floculante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Alumbre</b>	3	120rpm x 10min	1000ml	10 ml	40 min
				20 ml	
				30 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 21. Cuarta prueba aplicación del floculante Alumbre**

<b>Floculante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Alumbre</b>	4	120rpm x 10min	1000ml	10 ml	40 min
				20 ml	
				30 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 22. Quinta prueba aplicación del floculante Alumbre**

<b>Floculante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Alumbre</b>	5	120rpm x 10min	1000ml	10 ml	40 min
				20 ml	
				30 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 23. Sexta prueba aplicación del floculante Alumbre**

<b>Floculante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Alumbre</b>	6	120rpm x 10min	1000ml	10 ml	40 min
				20 ml	
				30 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

### **3.1.2.1.1 Resultado**

En el caso de este floculante mediante la práctica se estableció que las partículas se sedimentaron mejor mediante la acción de la floculación generada por este reactivo.

Se determinó que el tiempo adecuado de mezcla es de 10 min y la velocidad no varía dentro de las mezclas sin embargo la cantidad correcta para este reactivo es de 10 ml.

### **3.1.2.2 Polielectrolito.**

Los polielectrolitos son polímeros cuyas unidades de repetición soportan un grupo electrolito. Policationes y polianiones son polielectrolitos.

Estos grupos se disocian en disoluciones acuosas (agua), por lo que quedan como polímeros cargados. Las propiedades de los polielectrolitos son por lo tanto similares a los dos: electrolitos (sales) y polímeros (compuestos de alto peso molecular), y a veces se denominan polisales. Como sales, sus disoluciones son eléctricamente conductoras.

Como polímeros, sus soluciones son a menudo viscosas. Las cadenas moleculares cargadas, comúnmente presentes en multitud de sistemas biológicos, desempeñan un papel fundamental en la determinación de la estructura, la estabilidad y las interacciones de los diversos conjuntos moleculares.

Los enfoques teóricos para describir sus propiedades estadísticas difieren profundamente de las de sus homólogos eléctricamente neutros, mientras que sus propiedades únicas están siendo explotadas en una amplia gama de sectores tecnológicos e industriales.

Una de sus principales funciones, sin embargo, parece ser el que se juega en la biología y la bioquímica. Muchas moléculas biológicas son polielectrolitos.

Por ejemplo, los polipéptidos, glicosaminoglicanos, y el ADN son polielectrolitos. Ambos polielectrolitos naturales y sintéticos se utilizan en diversas industrias, también es utilizado como floculante en industrias textiles y papeleras que reutilizan

el agua en procesos productivos como agente de descontaminación de partículas en suspensión.

Estos floculantes antes mencionados han sido utilizados en base a su capacidad de acción como sustancias encargadas de precipitar las partículas coaguladas, las medidas y capacidades han sido proporcionadas en base al coagulante que se utiliza porque ambos deben llevar la misma carga química, es así que estos floculantes han sido disueltos en agua limpia previa a su utilización en la floculación.

**CUADRO N° 24. Primera prueba aplicación del floculante Polielectrolito**

<b>Floculante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Polielectrolito</b>	1	120rpm x 10min	1000ml	10 ml	40 min
				20 ml	
				30 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 24. Segunda prueba aplicación del floculante Polielectrolito**

<b>Floculante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Polielectrolito</b>	2	120rpm x 10min	1000ml	10 ml	40 min
				20 ml	
				30 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 25. Tercera prueba aplicación del floculante Polielectrolito**

<b>Floculante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Polielectrolito</b>	3	120rpm x 10min	1000ml	10 ml	40 min
				20 ml	
				30 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 26. Cuarta prueba aplicación del floculante Polielectrolito**

<b>Floculante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Polielectrolito</b>	4	120rpm x 10min	1000ml	10 ml	40 min
				20 ml	
				30 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 27. Quinta prueba aplicación del floculante Polielectrolito**

<b>Floculante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Polielectrolito</b>	5	120rpm x 10min	1000ml	10 ml	40 min
				20 ml	
				30 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

**CUADRO N° 28. Sexta prueba aplicación del floculante Polielectrolito**

<b>Floculante</b>	<b>Numero de muestra</b>	<b>Rpm/tiempo</b>	<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Cantidad de Coagulante</b>	<b>Reposo</b>
<b>Polielectrolito</b>	6	120rpm x 10min	1000ml	10 ml	40 min
				20 ml	
				30 ml	

**Elaborado por:** Los investigadores

### **3.1.2.2.1 Resultados**

El uso de este floculante en la prueba realizada arrojó como resultado que las partículas coloidales a desestabilizar fueran sedimentadas eficazmente, el equipo investigador determinó que la cantidad adecuada para este reactivo es de 20 ml con la misma cantidad de revoluciones por minuto y el tiempo de mezcla que fueron 120 rpm (revoluciones por minuto) y 10 minutos de mezcla.

Determinamos también que la cantidad excesiva de este floculante hace que las partículas no disueltas de este reactivo permanezcan en el agua analizada es por eso que la cantidad debe ser medida y no exceder.

## **4. COCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

El proyecto que realizamos ha contribuido de manera muy importante para identificar y resaltar los puntos que hay que cubrir y considerar para establecer el coagulantey floculante adecuado para disminuir la turbidez, hemos llegado a puntos angulares en lo que concierne a la investigación y determinación.

Dentro de los puntos que consideramos tienen más importancia es el de determinar la turbidez de las aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato, las necesidades del proyecto para conseguir el objetivo final que es disminuir la turbidez a base de coagulantes y floculantes, hemos involucrado el test de jarras para determinar los beneficios con los que cuenta este equipo.

Conforme fuimos realizando esta investigación llegamos a varias etapas que nos ayudarían a concluir con el resultado final de la investigación para poder determinar el floculante y coagulante adecuado así mismo con las revoluciones por minuto y el tiempo estimado para que los reactivos actúen de forma eficaz.

Concluimos que la investigación es un paso importante en el proceso de descontaminación de las aguas y que conjugado con numerosos pasos posteriores a lo expuesto se generara un mecanismo eficaz en la lucha contra la contaminación.

Finalmente la investigación demuestra que los floculantes empleados son de mucha ayuda para disminuir el nivel de turbidez presente en las muestras recolectadas de las aguas del Canal Latacunga- Salcedo –Ambato.

El equipo de investigación en base a las pruebas realizadas concluye que el uso de Sulfato de aluminio como coagulante en un tiempo estimado de 1 minuto con una revolución de mezcla de 120 rpm(revoluciones por minuto) con una medida de 15 ml de coagulante sulfato de aluminio en un todo de 1000 ml de agua a investigar.

Y para completar el proceso de clarificación como segundo y final paso que es la floculación recomienda el uso de alumbre en un tiempo estimado de 10 minutos con una revolución por minuto de 120, añadida una cantidad de floculante de 20ml en un todo de 100 ml.

#### **4.2 Recomendaciones.**

Mediante el proceso de investigación podemos recomendar que se realice a posterior estudios de investigación relacionados con este tipo de equipos, tomando en cuenta la necesidad importante del uso de todos los materiales de laboratorios necesarios para desarrollar la práctica y se siga investigando en el tema, dando continuidad a la base de datos establecida e incrementándolos.

Recomendamos que para la realización de esta práctica se disponga de un lugar adecuado para el desarrollo de las futuras investigaciones sobre todo en la fase de análisis ya que es indispensable mantener datos exactos.

Para este tipo de investigación se sugiere disponer y utilizar adecuadamente el EPP (Equipo de Protección Personal), como parte de la seguridad laboral.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

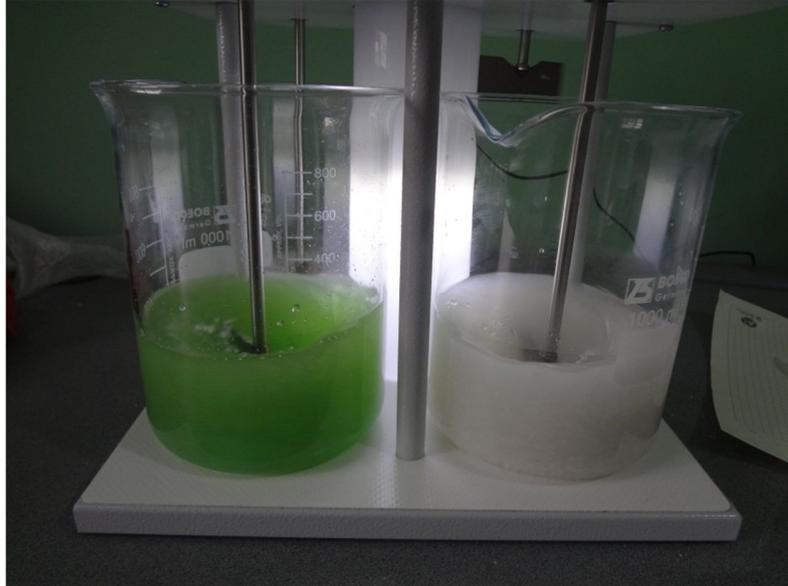
- AGUILAR. M.(2002).Tratamiento Físicoquímico de aguas residuales Coagulación-Floculación. p.35.
- ECHARRI. Luis. (2007). Población, ecología y ambiente. Tema 8 contaminación del agua 07.pdf. Disponible en [www.unav.es/.../ecologiaing0708/](http://www.unav.es/.../ecologiaing0708/).
- Fiallos, L.L.; Velasteguí, J.R..(2011). Innovación biológica para la depuración de aguas contaminadas en la estación “El Peral”, EMAPA-Ambato. Tesis Ing. Bioq. FCIAL-UTA. Consultado en:<http://www.buscagro.com/www.buscagro.com/biblioteca/ramirovelastegui/depuracion-de-aguas-contaminadas.pdf>.
- G.E.I.A. – U.T.N. (2001). Aguas residuales y tratamiento de efluentes. p.9.
- GLYNN. Henry.(1999). Ingeniería Ambiental.p.52.
- MENA VASCONEZ.(2000). Patricio. Paramo y Contaminacion.p.10.
- PEÑALOZA. Jorge. (2012).Contaminacion.vol.5. Universidad de Pamplona pag.1
- REMALHO. R.(1.996).Tratamiento de Aguas Residuales. p. 15.
- TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria) Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua Libro VI Anexo 1 Criterios de Calidad de Aguas de Uso Agrícola o de Riego.

## 5.1 LINGÜÍSTICA

- Prueba de jarras,  
<http://www.oms.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoII/once.pdf>
  
- Factores que influyen en la coagulación,  
<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacd/scan/02554-coagulacion.pdf>
  
- Características físicas del agua,  
[http://atenea.udistrital.edu.co/grupos/fluoreciencia/capitulos\\_fluoreciencia/calaguas\\_cap21.pdf](http://atenea.udistrital.edu.co/grupos/fluoreciencia/capitulos_fluoreciencia/calaguas_cap21.pdf)
  
- Aguas residuales,  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Aguas\\_negras](http://es.wikipedia.org/wiki/Aguas_negras)
  
- <http://www.monografias.com/trabajos37/estanques-dejacinto/Estanquesde-jacinto2.shtml> (27-10-09)

**6. Anexos**

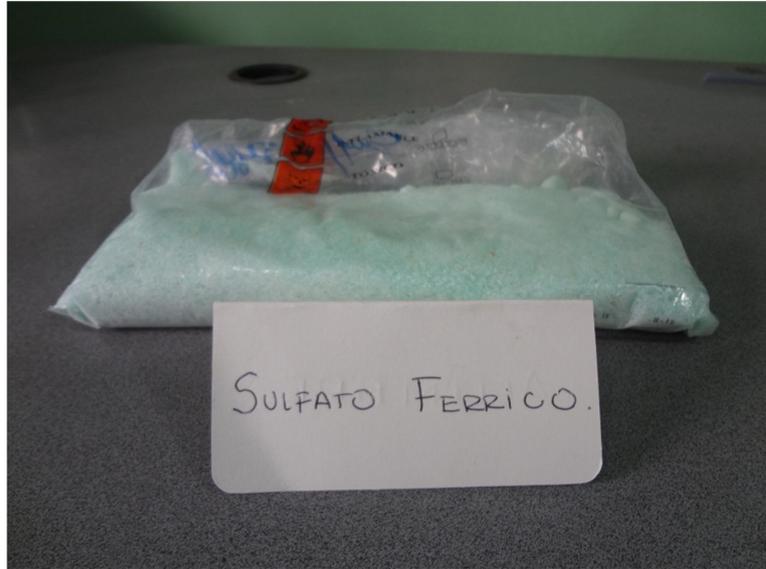
**ANEXO N° 01. Dilución de Reactivos**



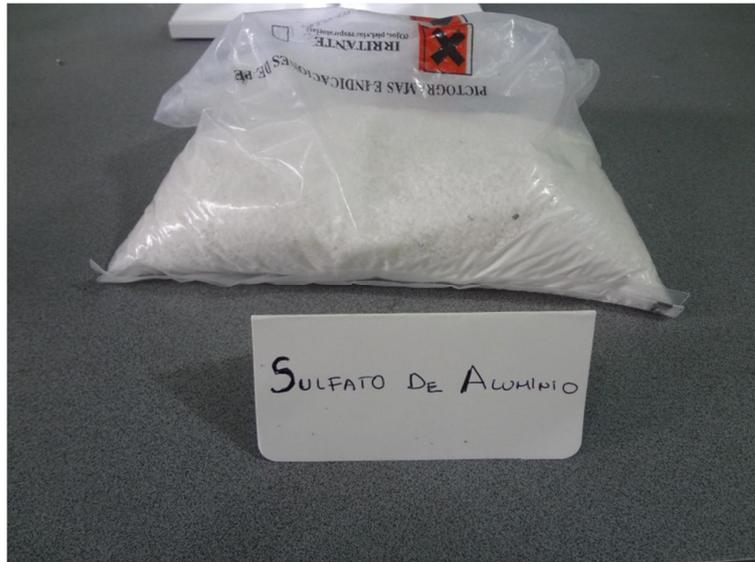
**ANEXO N° 02. Balanza**



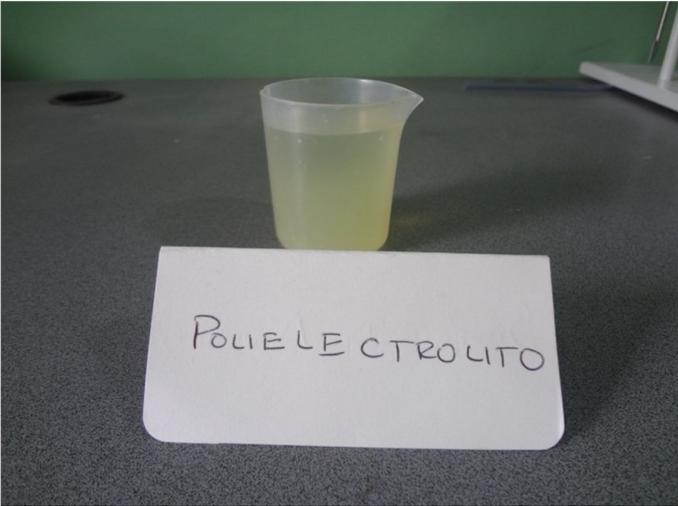
**ANEXO N° 03. Coagulante - Sulfato Férrico**



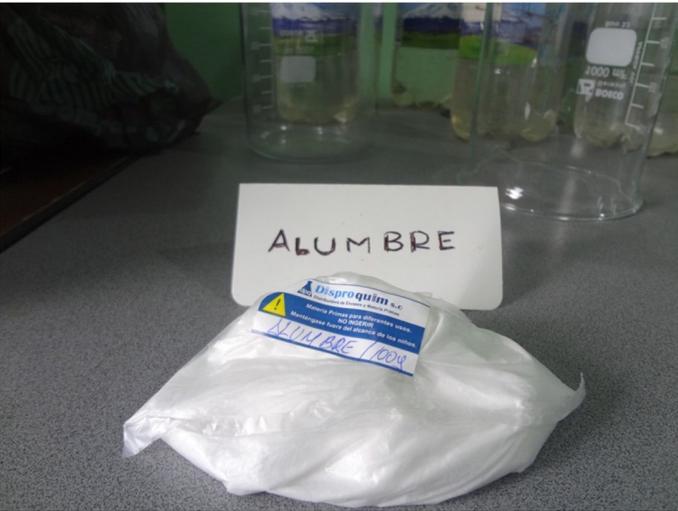
**ANEXO N° 04. Coagulante – Sulfato de Aluminio**



**ANEXO N° 05. Floculante - Polielectrolito**



**ANEXO N° 06. Floculante - Alumbre**



**ANEXO N° 07. GPS**



**ANEXO N° 08. Muestras Recolectadas**



**ANEXO N° 09. Recolección de Datos**



**ANEXO N° 10. Medición del Área Hidráulica**



**ANEXO N° 11. Medición del espejo de Agua**



**ANEXO N° 12. Recolección de Muestras**



**ANEXO N° 13. Recolección de Muestras**



**ANEXO N° 14. Entrevista**

