



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA  
(PROTOTIPO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TIPO  
PAQUETE PARA LOS POZOS UNO Y DOS DE LA ESCUELA  
SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”**

**Trabajo de titulación para optar por el Título de:  
INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORES: TOTOY PILCO EDWIN MARCELO  
MORETA RAMÍREZ MELINTON ADEMAR  
TUTOR: ING. HANNÍBAL BRITO M. PhD.**

**Riobamba – Ecuador  
2016**

© 2016, Totoy Pilco Edwin Marcelo – Moreta Ramírez Melinton Ademar

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA (PROTOTIPO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TIPO PAQUETE PARA LOS POZOS UNO Y DOS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”**, de responsabilidad de los señores Totoy Pilco Edwin Marcelo Y Moreta Ramírez Melinton Ademar, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Hanníbal Brito. M. PhD  
**DIRECTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Dra. Cumandá Carrera  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

“Nosotros, TOTOY PILCO EDWIN MARCELO Y MORETA RAMÍREZ MELINTON ADEMAR, declaro que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales.

Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 04 de Octubre de 2016

.....  
TOTOY PILCO EDWIN MARCELO  
060496838-8

.....  
MORETA RAMÍREZ MELINTON ADEMAR  
180366793-8

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo de titulación en primer lugar a Dios que ha sido mi luz en los momentos más difíciles de mi vida, por haberme dado la fortuna de elegir mis sueños y mis aspiraciones personales a lo largo de toda mi vida.

Agradezco a toda mi familia en especial a mis padres María Pilco y Gonzalo Totoy , a Ligia Edith Espinoza que en calidad de mi compañera fiel nunca me abandono y ha sido parte de mis logros y sueños en esta importante etapa de mi vida, formando todas las personas mencionadas en los seres más especiales, alegres , amorosas que siempre han estado en esos momentos de felicidad, tristeza y victoria; es por eso que todo lo que hago es para mi familia a las cuales respeto y admiro mucho ya que con su esmero y sacrificio han hecho posible que hoy culmine uno de los logros académicos y personales de mi vida.

**Marcelo**

**A Dios**, por su magnificencia fortuna y generosidad al iluminar mi vida con personas maravillosas y por las grandes lecciones que ha puesto en mi camino, mi alma ha crecido en su gracia.

**A mis padres Wilfrido Moreta y María Angélica Ramírez**, son las personas más especiales, alegres y amorosas que siempre me entregan su amor incondicional en todo momento, ustedes han sido el motor de mis metas y sueños, mi fortaleza en los momentos difíciles y mi felicidad en los de gozo, los amo.

**A mi hermano William**, su cariño, abrazos, sonrisas, lágrimas y recuerdos de la niñez han permanecido siempre en mi mente, ocasionando que mi afecto por el se expanda como los rayos de sol en la mañana.

**Al amor de mi vida, mi hija Angelía Zharick**, es el complemento celestial y mágico para seguir adelante, siempre te entregare mi amor incondicional, te adoro y te amo mi pequeña.

**Melinton**

## **AGRADECIMIENTO**

En el transcurso de la vida nos encontramos en situaciones buenas y malas en las que conocemos personas, amigos, las cuales cada día van formando una parte importante en nuestro diario vivir.

Al culminar una etapa de nuestra vida académica agradecemos mucho a nuestros familiares por brindarnos su apoyo incondicional en todo momento y darnos día a día fortaleza de salir adelante ante cualquier dificultad y no darnos por vencido en las adversidades de la vida.

Doy un agradecimiento muy especial al Ing. Hanníbal Brito como director de nuestro trabajo de titulación y a la Dra. Cumandá Carrera como nuestra asesora, ya que gracias a su apoyo, conocimientos y consejos ha sido posible la culminación de este trabajo de titulación. Así también a la Dra. Gina Álvarez que gracias a su apoyo en el laboratorio de aguas de la facultad de ciencias tuvimos una gran ayuda en el proceso de elaboración de nuestro trabajo de titulación.

Agradecemos a todas las personas que han podido infundir todos los conocimientos necesarios para poder llegar hasta este momento tan importante de nuestras vidas el obtener nuestro título que con mucho orgullo la hemos llevado desde siempre en nuestros corazones INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL, desde el momento en que dimos nuestros primeros pasos en esta institución tan prestigiosa como es la ESPOCH.

**Marcelo  
Melinton**

## TABLA DE CONTENIDOS

### Contenido

DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vii
TABLA DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1. Diagnóstico y definición del problema .....	2
1.1 Identificación del problema.....	2
1.2. Justificación del problema.....	3
1.3. Línea de base del proyecto .....	5
1.4. Beneficiarios directos e indirectos .....	7
CAPITULO II.....	8
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	8
2.1 GENERAL .....	8
2.2. ESPECÍFICOS .....	8
CAPITULO III.....	9
3. ESTUDIO TECNICO PRELIMINAR.....	9
3.1 Localización del proyecto .....	9
3.2. Ingeniería del Proyecto .....	11
3.2.1. Ecuaciones para cálculos y dimensionamientos .....	22
3.2.2. CALCULOS.....	31
3.3 Resultados de los análisis del agua.....	37
3.3.2 Análisis de la resina .....	37
3.3.3 RESULTADOS .....	38



3.3.4.	Proceso de producción .....	39
3.4	Presupuesto y cronograma del proyecto. ....	41
3.4.1.	Cronograma .....	45
3.4.2.	Análisis y discusión de resultados .....	46
	CONCLUSIONES .....	47
	RECOMENDACIONES.....	48
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

$h_a =$	Altura de la lámina de agua. (m)
$h =$	Altura (m)
$A_s =$	Área de salida de los procesos. (m <sup>2</sup> )
$Q_e =$	Caudal de entrada. (m <sup>3</sup> /s)
$Q =$	Caudal. (m <sup>3</sup> /s)
$G =$	Gradiente de velocidad. (s <sup>-1</sup> )
$l =$	Lado de un tanque. (m)
$\Delta h =$	Pérdidas totales. (m)
$\gamma =$	Peso específico del agua. (N/m <sup>3</sup> )
$T_r =$	Tiempo de retención. (s)
$t =$	Tiempo. (s)
N.T.U =	Unidades técnicas nefelométrías para medición de turbiedad
$\mu =$	Viscosidad dinámica. (Pa.s).
PTAP =	Planta de tratamiento de agua potable
$M_r =$	Masa resina. (kg)
$V_c =$	Volumen de agua cruda a tratar. (m <sup>3</sup> )
$V_r =$	Volumen de la resina (m <sup>3</sup> )
$\rho_r =$	Densidad de la resina. (g/L).
$R_r =$	Radio de la resina. (m)
$h_{re} =$	Altura de la resina. (m)
$V_{en} =$	Volumen de agua a la entrada. (m <sup>3</sup> )
$V_{sal} =$	Volumen de salida. (m <sup>3</sup> )
$V_{ac} =$	Volumen de acumulación durante el filtrado. (m <sup>3</sup> )
$V_f =$	Velocidad de filtración. (m/s)
$A_f =$	Área de salida del filtrado. (m <sup>2</sup> )
$h_T =$	Altura total del filtro.
$h_e =$	Altura de entrada del filtro. (m)
$h_s =$	Altura de salida del filtro. (m)
$h_r =$	Altura de la resina. (m)
$V_{salm.} =$	Volumen de salmuera para el proceso. (m <sup>3</sup> )
$M_{salm} =$	Masa de salmuera para el proceso.

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
<b>Tabla 1-1:</b> Índice de la dureza del agua.....	6
<b>Tabla 1-3:</b> Valores de lavado de resina.....	11
<b>Tabla 2-3:</b> Valores de dureza del agua 5%.....	13
<b>Tabla 3-3:</b> Volumen de dureza del agua 10%.....	14
<b>Tabla 4-3:</b> Valores de dureza del agua 20%.....	15
<b>Tabla 5-3:</b> Tiempo de filtracion del agua 5%.....	16
<b>Tabla 6-3:</b> Tiempo de filtracion del agua 10 %.....	17
<b>Tabla 7-3:</b> Tiempo de filtracion del agua 20 %.....	18
<b>Tabla 8-3:</b> Determinacion del tiempo de saturacion de la resina.....	19
<b>Tabla 9-3:</b> Volumen de saturación.....	20
<b>Tabla 10-3:</b> Datos experimentales.....	20
<b>Tabla 11-3:</b> Concentración de salmuera .....	21
<b>Tabla 12-3:</b> Dosificación del cloro.....	21
<b>Tabla 13-3:</b> Análisis del agua antes y despues del tratamiento.....	37
<b>Tabla 14-3:</b> Concentración de la resina en función de la dureza.....	37
<b>Tabla 15-3:</b> Resultados para el diseño de la planta .....	38

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
<b>Gráfico 1-3:</b> Lavado de resina al 5% .....	12
<b>Gráfico 2-3:</b> Lavado de resina al 10% .....	12
<b>Gráfico 3-3:</b> Lavado de resina al 20%. .....	13
<b>Gráfico 4-3:</b> Agua tratada concentración del 5% NaCl.....	13
<b>Gráfico 5-3:</b> Agua tratada concentración del 10% NaCl.....	14
<b>Gráfico 6-3:</b> Agua tratada concentración del 20% NaCl.....	15
<b>Gráfico 7-3:</b> Tiempo de filtración concentración 5% NaCl.....	16
<b>Gráfico 8-3:</b> Tiempo de filtración concentración 10% NaCl.....	17
<b>Gráfico 9-3:</b> Tiempo de filtración concentración 20% NaCl.....	18
<b>Gráfico 10-3:</b> Tiempo de saturación de la resina con 5, 10 y 15g.....	19
<b>Gráfico 11-3:</b> Volumen de saturación de la resina con 5, 10 y 15g.....	19

## ÍNDICE DE ECUACIONES

	Página
<b>Ecuación 1-3:</b> Masa de Resina.....	22
<b>Ecuación 2-3:</b> Volumen de Resina .....	22
<b>Ecuación 3-3:</b> Radio del Filtro.....	23
<b>Ecuación 4-3:</b> Caudal de Entrada .....	24
<b>Ecuación 5-3:</b> Altura del agua dentro del filtro .....	25
<b>Ecuación 6-3:</b> Área de Filtrado.....	26
<b>Ecuación 7-3:</b> Altura Total .....	26
<b>Ecuación 8-3:</b> Volumen del Filtro .....	27
<b>Ecuación 9-3:</b> Volumen de Salmuera .....	28
<b>Ecuación 10-3:</b> Masa de Cloruro de Sodio .....	28
<b>Ecuación 11-3:</b> Volumen de agua de Lavado .....	29
<b>Ecuación 12-3:</b> Dosificación del Cloro.....	30
<b>Ecuación 12-3:</b> Eficiencia de la planta.....	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Dotación para planteles educacionales.
- Anexo B:** Distribución de tuberías en la planta.
- Anexo C:** Diseño del tanque de cloro y resina.
- Anexo D:** Diseño del tipo de tanque de salmuera.
- Anexo E:** Diseño del tanque de almacenamiento.
- Anexo F:** Diseño del tanque de almacenamiento.
- Anexo G:** Análisis físico-químico y microbiológico antes del tratamiento.
- Anexo H:** Análisis físico-químico y microbiológico antes del tratamiento.
- Anexo I:** Análisis físico-químico y microbiológico antes del tratamiento.
- Anexo J:** Análisis físico-químico después del tratamiento.
- Anexo K:** Análisis microbiológicos después del tratamiento.
- Anexo L:** Análisis Químico después del tratamiento.
- Anexo M:** Normas INEM 1108:2011.
- Anexo N:** Resina Catiónica.
- Anexo Ñ:** Solución de NaCl.
- Anexo O:** Activación y lavado de resina.
- Anexo P:** Filtración y análisis de la dureza.
- Anexo Q:** Análisis finales de conductividad y PH.

## RESUMEN

Se diseñó una planta de potabilización a partir de aguas subterráneas, para la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de los pozos 1 y 2. Se inició el análisis del agua en base a la caracterización físico-química y microbiológica, utilizando los métodos establecidos en el Manual Estándar Methods para control de calidad del agua y el espectrofotómetro HACH DR 2800 y 2400. El proceso experimental de potabilización se llevó a cabo en una planta prototipo, en el que se efectuó, la filtración con resina catiónica, que aumenta su eficiencia y tiempo de vida al activarla con 10 mL de solución de cloruro de sodio al 10%, durante 20 min. y luego el lavado por 15 min., disminuyendo la dureza con el 65,59 % de eficiencia y un mayor tiempo de vida. Luego la cloración en el que se determinó que con dos gotas de cloro (0,1 mL de NaClO al 10%), se obtenía después de 30 minutos de acción, una cantidad de cloro residual de 0,55 ppm, demostrando de esta manera que la concentración de microorganismos fue destruida y aún quedaba 0,55 ppm de cloro. En conclusión se determinó que el agua de la ESPOCH no es apta para el consumo humano, pues tiene un alto índice de dureza de 558 mg /L. Mediante el proceso de ablandamiento utilizando filtros con resina catiónica se disminuyó la concentración de Ca y Mg a 192,0 mg/L teniendo una remoción total media del 65,59 %, controlando el parámetro de la dureza, dando como resultado una agua apta para el consumo de acuerdo a la Norma NTE INEN 1108 2006 y su reforma INEN 1108 2011. Se recomienda aplicar este sistema de tratamiento para el mejor abastecimiento de agua y salubridad, los parámetros de dureza, alcalinidad y fluoruros son muy delicados, por lo que se debe llevar un control continuo del proceso.

**Palabras claves:** <BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL>, <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO>, <PROCESO DE POTABILIZACIÓN> <NORMA TÉCNICA NTE INEN 1108>, <AGUA SUBTERRANEA>, <CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA>, <RESINA CATIÓNICA>.

## **ABSTRACT**

It was designed a groundwater treatment plant to the Polytechnic School of Chimborazo from 1 and 2 wells. It began the analysis of water based on the physical-chemical and microbiological characterization, using the methods set out in the Standard Manual Methods for quality control of water and the spectrophotometer HACH DR 2800 and 2400.

The experimental process of purification was carried out on a prototype plant, in which was carried out, the filtration with cationic resin, which increases its efficiency and time of life when it activates with 10 ml of sodium chloride solution to 10%, for 20 minutes and then the washing for 15 min., decreasing the hardness with the 65, 59 % of efficiency and a greater time of life. Then the chlorination where it was found that with two drops of chlorine (0.1 mL of born to 10%) was obtained after 30 minutes of action , an amount of residual chlorine of 0.55 ppm, establishing that in this way the concentration of microorganisms was destroyed and it remained 0.55 ppm of chlorine. In conclusion it was determined that the water from ESPOCH is unfit for human consumption, because it has a high rate of hardness of 558mg/L. So, through the process of softening using filters with cationic resin decreased the concentration of Ca and Mg to 192, 0 mg/L, taking a total removal average of 65, 59% controlling the parameter of the hardness, giving as a result a suitable water for consumption according to the Standard NTE INEN 1108 2006 and its reform INEN 1108 2011. It is recommended to apply this treatment system to improved water supply and sanitation, parameters of hardness, alkalinity and fluorides are very sensitive, so it must carry a continuous control of the process.

Key words: ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY, TECHNOLOGY AND THE ENGINEERING SCIENCES, DESIGN OF TREATMENT PLANT, A PROCESS OF PURIFICATION, TECHNICAL STANDARD NTE INEN 1108, GROUNDWATER, PHYSICAL-CHEMISTRY AND MICROBIOLOGY CHARACTERIZATION, CATIONIC RESIN.



## **INTRODUCCIÓN**

El agua es empleada en un sin número de actividades entre ellas procesos industriales. De acuerdo a su empleo puede recibir diferentes tratamientos, en el caso de uso humano, esta debe ser potabilizada y cumplir con parámetros establecidos en la norma INEM la cual determinara los límites permisibles de un agua de calidad.

La investigación está dirigida al tratamiento de potabilización de agua subterráneas que es consumida por la población de la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO, que a pesar de considerar esta agua pura, luego de varios análisis y estudios se llegó a concluir que posee índices de dureza muy altos los cuales a más de afectar el sistema de tuberías de la institución, a largo plazo tendrá efectos a la salud de sus consumidores.

El proceso a utilizarse es el ablandamiento de agua mediante intercambio iónico empleando como medio filtrante resina catiónica. Se demostró que este proceso permite en corto tiempo reducir la dureza del agua, ya que después de ensayos en el laboratorio se encontró que la misma presentaba características bastantes cercanas a las planteadas n la Norma INEM 1108 para agua potable.

El presente estudio otorga agua con mejor calidad a la ESPOCH, el cual ha acogido la realización de este proyecto que sin duda lograra garantizar el uso del líquido vital evitando así el daño tanto a tuberías como a la salud de los consumidores.

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 Identificación del problema

El problema de la contaminación del agua es conocido desde la antigüedad, ya que aparecen relatos de la contaminación del agua incluso en las Sagradas Escrituras. Este problema es local, regional y mundial.

Del total de agua existente en el planeta, únicamente el 3% es agua dulce. Pero de este porcentaje, la mayoría (el 79%) está en forma de hielo (por lo que no está disponible para su uso) y el resto se encuentra como agua líquida: en forma de aguas subterráneas (el 20%) y, únicamente el 1% restante, como aguas superficiales. Pero estos recursos no son inagotables. Hemos de tener en cuenta que la capacidad de aprovechamiento del escaso porcentaje de agua disponible, se ve notablemente disminuida debido a los incesantes cambios en nuestra civilización que conducen inexorablemente a su deterioro y escasez.

(Frers, 07/09/2011)

El agua dulce es el recurso renovable más importante, pero la humanidad está utilizándolo y contaminándolo más rápidamente de lo necesita para reponerse. Efectivamente, las aglomeraciones en las grandes ciudades, la mejora en la calidad de vida, el rápido desarrollo industrial, el incremento del turismo y la agricultura, las actividades de ocio, entre otras acciones. Hacen que este escaso porcentaje se vaya reduciendo de forma natural y que su composición se vea notablemente alterada. Para agravar el problema, el ciclo hidrológico es cada vez menos previsible ya que el cambio climático altera los patrones de temperatura establecidos en todo el mundo.

(Rubens Sette Ramalho, 1990)

Abastecimiento de agua sin darle ningún tratamiento en la ESPOCH, la carencia de análisis, monitoreos continuos de factores contaminantes presentes en el agua de uso en la ESPOCH. La falta de presupuesto y financiamiento que no han permitido la implementación de una planta de tratamiento de agua potable.

Los sistemas de abastecimiento de agua potable sin tratar, o con un tratamiento inadecuado siguen siendo la mayor amenaza para la salud pública es por esta razón con la construcción de una planta de tratamiento de agua potable se modifique la calidad del agua en la ESPOCH.

Los más recientes avances en el tratamiento del agua han sido las mejoras alcanzadas en el desarrollo de membranas para osmosis inversa y otras técnicas como la ozonización y otras relativas a la eliminación de los cada vez mayor número y cantidad de contaminantes encontrados en el agua potable.

## **1.2. Justificación del problema**

Teniendo en cuenta que el agua es vía de transporte de contaminantes químicos y biológicos que pueden provocar enfermedades de diversa gravedad, se hace imprescindible analizar la calidad de las aguas, mediante análisis químicos y bacteriológicos. Los resultados obtenidos nos indican con que calidad de agua contamos y cuando se la compara con los parámetros de las normas de provisión de agua obtenemos las diferencias o falencias que tienen las aguas que usaremos. Por supuesto que el agua que se ingresa a la red de provisión debe estar dentro de los parámetros, por lo que deberemos realizar los tratamientos correspondientes para llevar el agua que disponemos a los valores aceptables de las normas. Es decir que la determinación de las falencias de nuestra fuente de agua nos lleva al diseño del tratamiento necesario. Las distintas partes que componen un tratamiento. Estas partes pueden estar todas o algunas de ellas presentes en la planta de tratamiento, dependiendo naturalmente de la calidad original de la fuente de provisión. En esencia se realiza el tratamiento con el objeto fundamental de mejorar la calidad física, química y bacteriológica del agua proveniente de las obras de toma, a fin de entregarla al consumo, apta, inocua y aprovechable para el hombre, animales, agricultura e industrias y cuyo tratamiento debe incidir en los siguiente aspectos básicos:

**Higiene:** eliminar o reducir del agua las bacterias, protozoos, quistes, parásitos y en especial aquellos que son patológicos para el hombre. Reducir la excesiva mineralización o materias orgánicas que pueden originar trastornos fisiológicos de diferente orden y agregar sustancias que aminores o reducen el desarrollo de ciertos trastornos orgánicos propios de los consumidores.

**Estético:** hay factores físicos característicos de las aguas tales como color, olor, turbiedad y sabor, que son los que más impresiona al público consumidor, y aunque no constituyen un problema que afecte la salud pública, deben reducirse su concentración para que el público no las rechace.

**Económico:** el efecto corrosivo o incrustante del agua hace que las cañerías tengan menor vida útil. La dureza ocasiona mayor consumo de jabón, obstruye los sistemas de calefacción, tuberías y cuerpos de calderas y forma una gruesa costra calcárea (sarro) en los útiles de cocina. Conocido el origen de un agua y sus características físicas, químicas y bacteriológicas, así como su posible micro contaminación, después de comparadas estas características con las que se requieren para un agua destinada al consumo humano puede juzgarse sobre la necesidad de su tratamiento.

Este tratamiento puede efectuarse de forma más o menos completa, según los defectos que deban corregirse. Pueden ser necesarios varios procedimientos y en este caso, deberá estudiarse su combinación de la forma más razonable, tanto desde el punto de vista de la eliminación de dichos efectos, como de las condiciones locales de la instalación. Este estudio tiene además por objeto llegar a la realización más económica en gastos de primera inversión y en gastos de explotación. Debe efectuarse teniendo en cuenta todas las posibilidades que ofrece actualmente el automatismo y con una exigencia de seguridad de explotación que garantice en todo momento la entrega de agua de la mejor calidad sin riesgo de fallos accidentales.

(Orellana, 2005)

El presente estudio de investigación no se aplicó en las universidades de Riobamba con la implementación de una planta de tratamiento de agua potable utilizando resina catiónica en filtros.

Un sistema de tratamiento de agua que cambiara la calidad del agua, ya que todos tenemos derecho a consumir el líquido vital, que no atente contra nuestra salud. El agua tratada no está contaminada, y contiene una mínima concentración de minerales y no produce infecciones, y se considera satisfactoria para el consumo dentro de la institución, apropiada para beber.

Cabe indicar que el agua de los pozos de la ESPOCH, no tiene ningún tratamiento antes de su distribución para el consumo de la institución, por esta razón se ve la necesidad de implementar en la institución, una planta de tratamiento de agua potable que cumpla eficientemente el proceso de tratamiento y que los parámetros que están fuera de límites permisibles se enmarquen dentro de la normativa vigente para que la institución tenga un agua de calidad para el consumo diario, lo que tiene un impacto positivo, beneficiando en forma directa a 14374 que es la comunidad politécnica.

El diseño e implementación a nivel de laboratorio de la planta prototipo tipo paquete de tratamiento de agua potable de los pozos uno y dos pertenecientes a la ESPOCH servirá de base para la posterior construcción a mayor escala de la misma.

El estudio se justifica porque es factible ya que las autoridades han dado su consentimiento además los gastos los asumen los tesisistas.

### **1.3. Línea de base del proyecto**

La Dureza del agua se define como la concentración de todos los cationes metálicos no alcalinos presentes (iones de calcio, estroncio, bario y magnesio en forma de carbonatos y bicarbonatos) y se expresa en equivalentes de carbonato de calcio y constituye un parámetro muy significativo en la calidad del agua. Esta cantidad de sales afecta la capacidad de

formación de espuma de detergentes en contacto con el agua y representa una serie de problemas de incrustación en equipo industrial y doméstico, además de resultar nociva para el consumo humano.

(Forrest B. Wright, 1977)

**Tabla 1-1:** índices de dureza del agua.

<b>Denominación</b>	<b>Ppm de CaCO<sub>3</sub></b>
Muy suaves	0-15
Suaves	16-75
Medias	76-150
Duras	150-300
Muy duras	Mayor a 300

La situación actual del agua de la ESPOCH se encuentra con un índice de dureza de 656 ppm lo cual se encuentra dentro de la denominación de aguas muy duras, luego del tratamiento el resultado es de 192 ppm, lo cual con el diseño e implementación de una planta prototipo que servirá de base para la posterior construcción a mayor escala de un sistema de potabilización del líquido vital y el tratamiento adecuado, se obtendrá agua con la calidad y características necesarias que garantizan su consumo en la Institución.

#### **1.4. Beneficiarios directos e indirectos**

Con el diseño e implementación de la planta de tratamiento de agua potable los beneficiarios directos será toda la población politécnica.

## **CAPITULO II**

### **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **2.1 GENERAL**

Realizar el diseño e implementación de una planta (Prototipo) de tratamiento de agua potable tipo paquete para los pozos uno y dos de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

#### **2.2. ESPECÍFICOS**

- ✓ Determinar las características físico-químicas y microbiológicas del agua potable de los pozos uno y dos de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).
- ✓ Seleccionar los procesos adecuados para la potabilización del agua de los pozos uno y dos.
- ✓ Diseñar la planta de tratamiento de agua potable.
- ✓ Construir la planta prototipo a nivel de laboratorio para la potabilización del agua que cumpla con la norma INEM 1108



## **CAPITULO III**

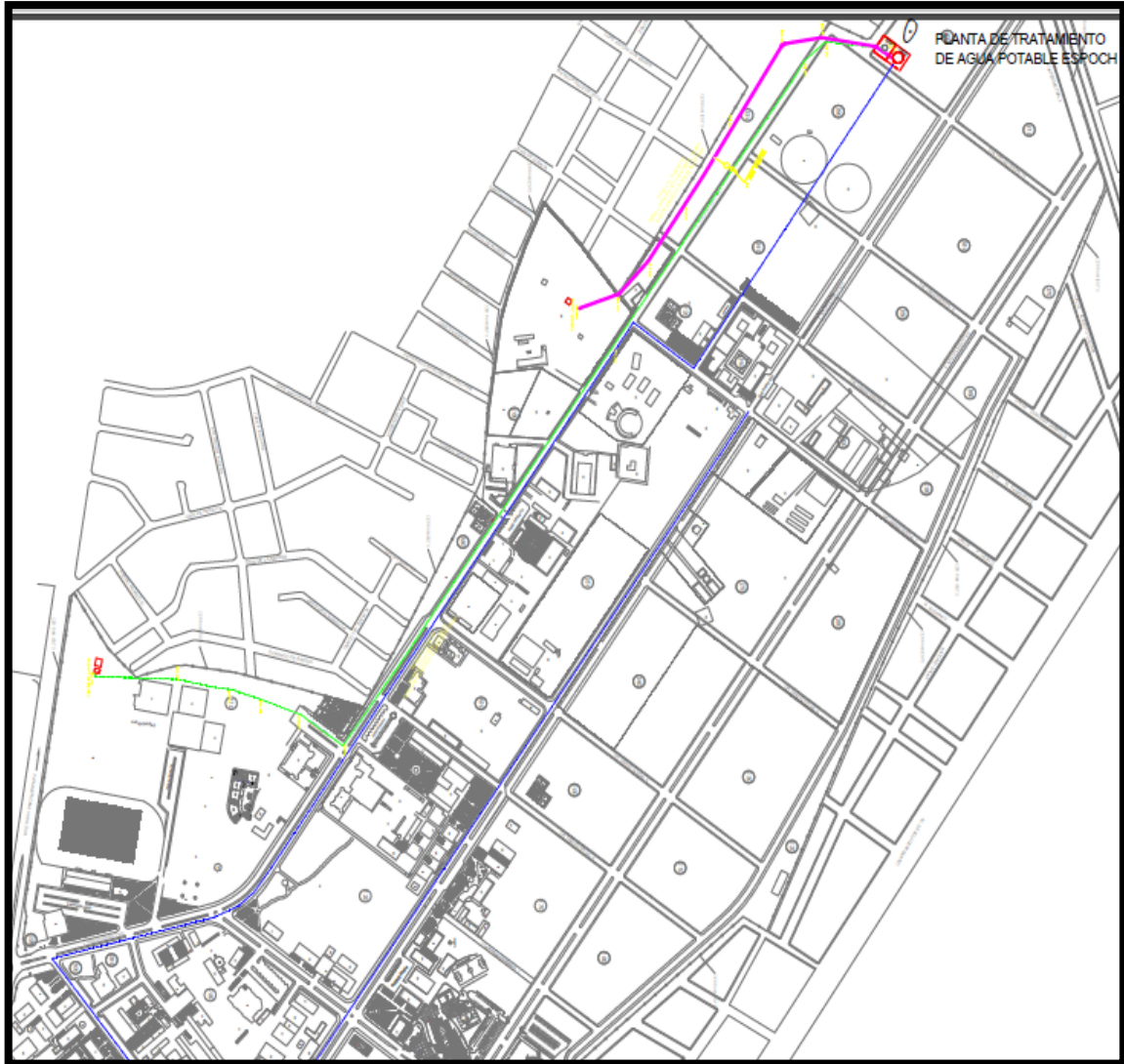
### **3. ESTUDIO TECNICO PRELIMINAR**

#### **3.1 Localización del proyecto**

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo está ubicado en la Panamericana Sur Km 1/2 parroquia Lizarzaburu de la Provincia de Chimborazo. Se abastece de agua entubada procedente de aguas subterráneas es decir no usan agua potable para su vida cotidiana.

Con el diseño e implementación de una planta prototipo que servirá de base para la posterior construcción a mayor escala de un sistema de potabilización de agua y el tratamiento adecuado, que garantizan su consumo en la ESPOCH.

Y es por eso que mediante la ayuda del DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y DESARROLLO FÍSICO (DMDF). Teniendo en consideración criterios técnicos de profesionales de la institución.



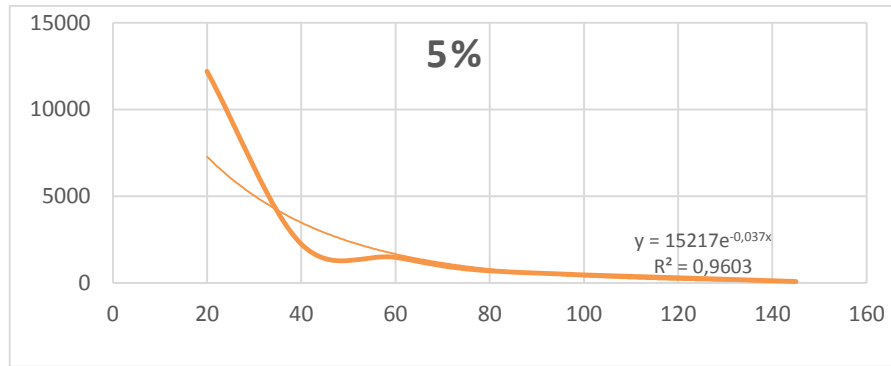
**Figura 1-1:** ubicación de la PTAP.  
Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

### 3.2. Ingeniería del Proyecto

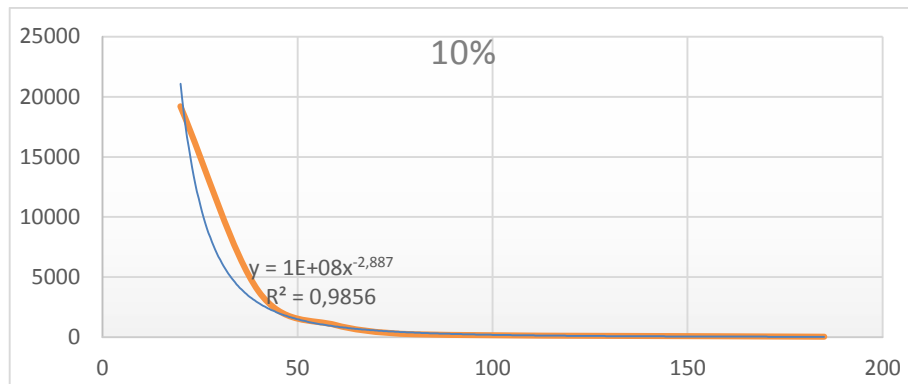
**Tabla 2-3:** Valores del lavado de la resina.

		5%		10%		20%	
Numero		Volumen(ml)	Conductividad	Volumen(ml)	Conductividad	Volumen(ml)	Conductividad
1	2min	20	12200	20	19200	20	32200
2	2min	40	2250	40	3830	40	6860
3	2min	60	1475	60	993	60	1630
4	2min	80	700	80	245	80	375
5	7min	145	86	185	39	190	41

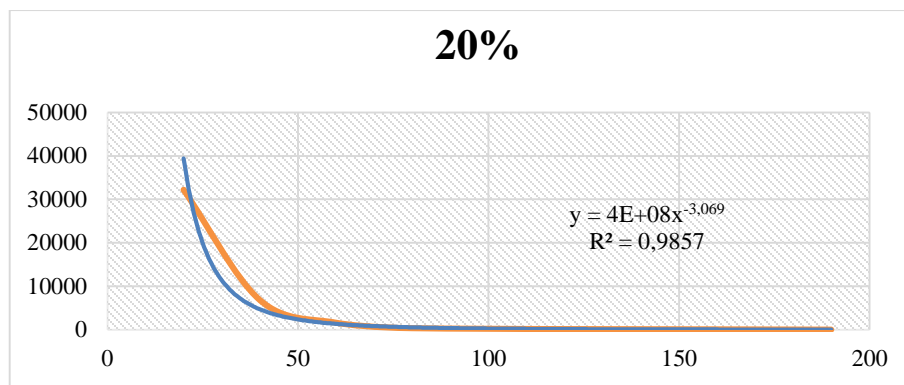
Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2011



**Gráfico 1-3:** lavado de resina al 5%  
 Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.



**Gráfico 2-3:** lavado de resina al 10%.  
 Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.



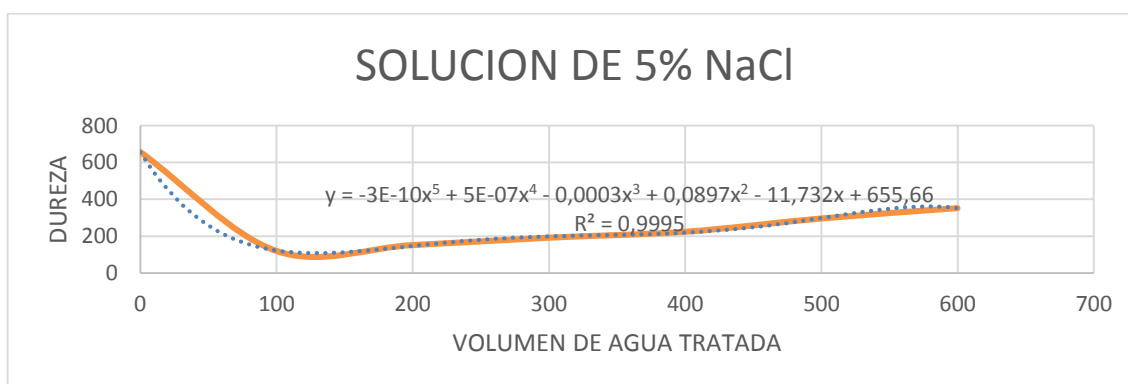
**Gráfico 3-3:** lavado de resina al 20%

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

**Tabla 2-3:** valores de dureza del agua tratada 5%

Numero	Concentración %	5	
	Volumen de agua tratada	Dureza (ppm)	tiempo de F
1	0	656	0
2	100	120	1,2
3	200	152	1,38
4	300	192	1,416
5	400	224	1,88
6	500	296	1,73
7	600	352	1,76

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.



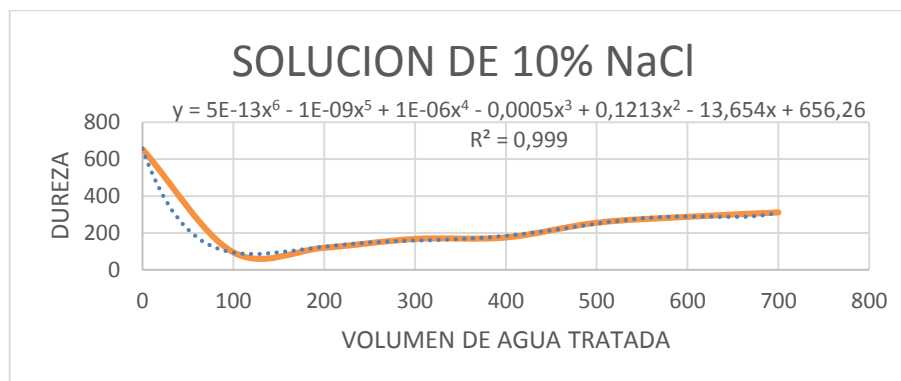
**Gráfico 4-3:** agua tratada concentración del 5% NaCl.

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

**Tabla 5-3:** valores de dureza del agua tratada 10%

	Concentración %	10	
Numero	Volumen de agua tratada	Dureza (ppm)	tiempo de F
1	0	656	0
2	100	96	1,65
3	200	120	1,55
4	300	168	1,45
5	400	176	1,7
6	500	256	1,8
7	600	288	1,76
8	700	312	2,083

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.



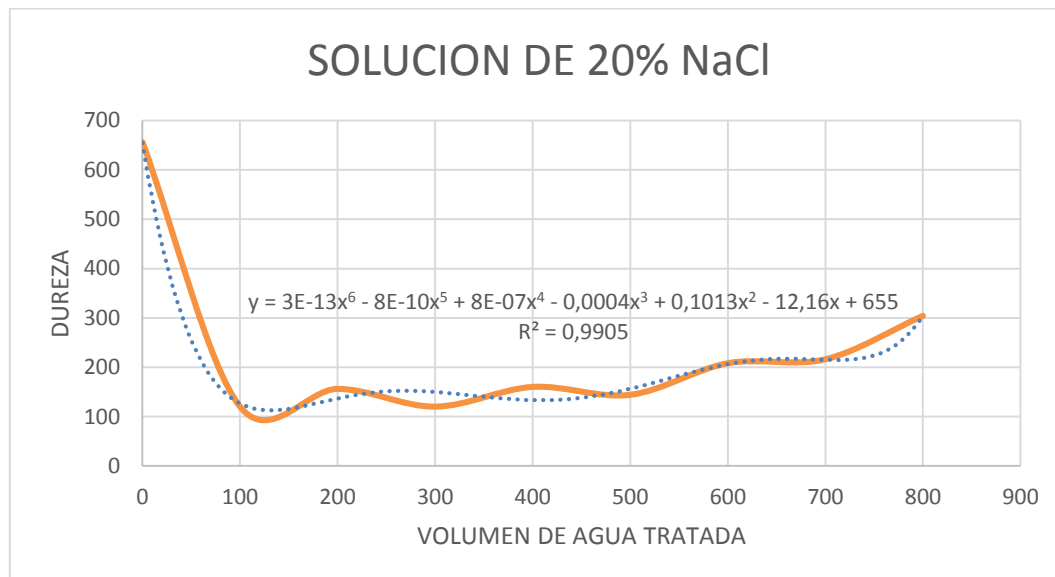
**Gráfico 6-3:** agua tratada concentración del 10% NaCl.

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

**Tabla 7-3:** valores de dureza del agua tratada 20%.

	Concentración %	20	
Número	Volumen de agua tratada	Dureza (ppm)	Tiempo de F
1	0	656	0
2	100	120	1,38
3	200	156	1,68
4	300	120	1,916
5	400	160	1,7
6	500	144	1,63
7	600	208	1,8
8	700	216	1,716
9	800	304	1,916

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.



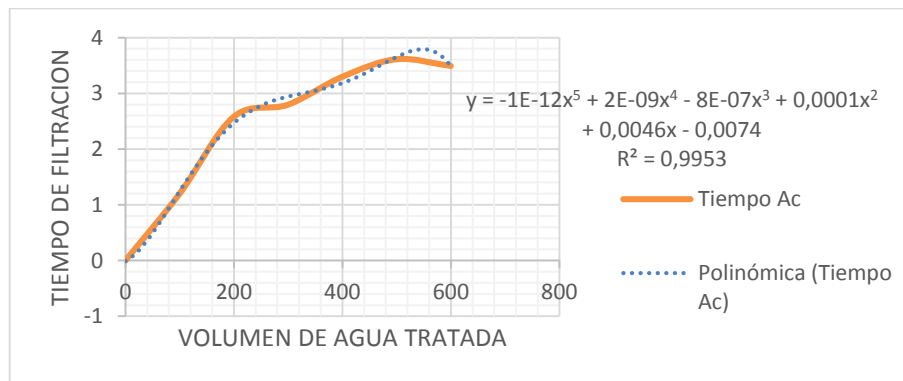
**Gráfico 8-3:** agua tratada concentración del 20% NaCl.

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

**Tabla 9-3:** tiempo de filtración del agua 5%.

Número	Masa de resina (g)	5		
	Concentración %	5		
	Volumen de agua tratada	Dureza (ppm)	tiempo de F	Tiempo Ac
1	0	656	0	0
2	100	120	1,2	1,2
3	200	152	1,38	2,58
4	300	192	1,416	2,796
5	400	224	1,88	3,296
6	500	296	1,73	3,61
7	600	352	1,76	3,49

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.



**Gráfico 10-3:** tiempo de filtración concentración 5% NaCl.

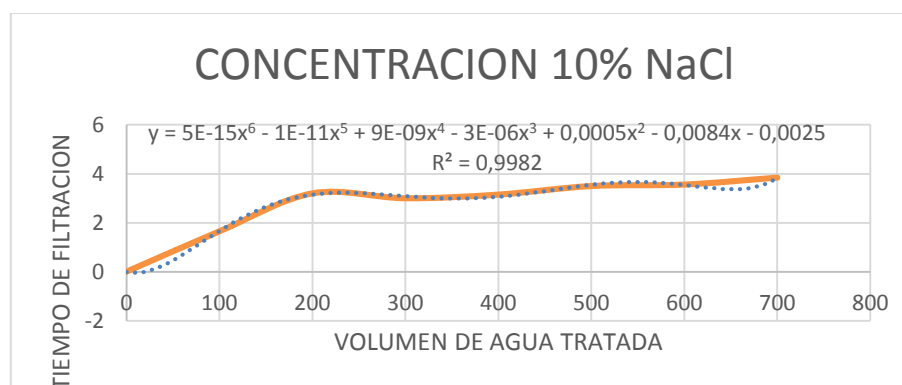
Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.



**Tabla 11-3:** tiempo de filtración del agua 10%.

Número	Masa de resina (g)	5		
	Concentración %	10		
	Volumen de agua tratada	Dureza (ppm)	tiempo de F	Tiempo Ac
1	0	656	0	0
2	100	96	1,65	1,65
3	200	120	1,55	3,2
4	300	168	1,45	3
5	400	176	1,7	3,15
6	500	256	1,8	3,5
7	600	288	1,76	3,56
8	700	312	2,083	3,843

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.



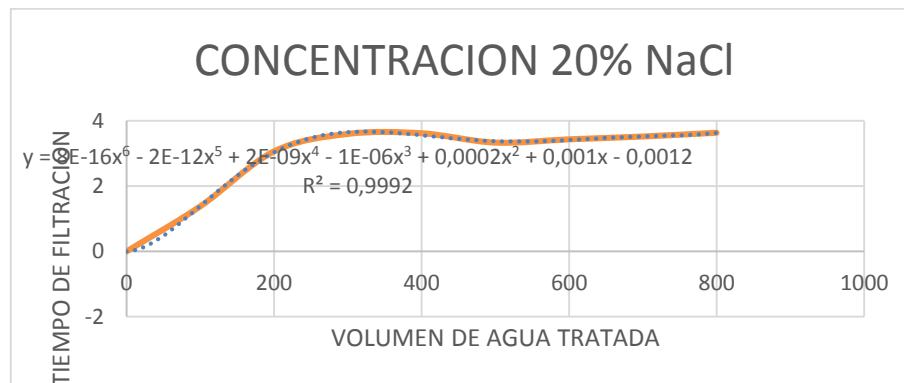
**Gráfico 12-3:** tiempo de filtración concentración 10% NaCl.

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

**Tabla 13-3:** tiempo de filtración del agua 20%.

Numero	Masa de resina (g)	5		
	Concentración %	20		
	Volumen de agua tratada	Dureza (ppm)	tiempo de F	Tiempo Ac
1	0	656	0	0
2	100	120	1,38	1,38
3	200	156	1,68	3,06
4	300	120	1,916	3,596
5	400	160	1,7	3,616
6	500	144	1,63	3,33
7	600	208	1,8	3,43
8	700	216	1,716	3,516
9	800	304	1,916	3,632

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.



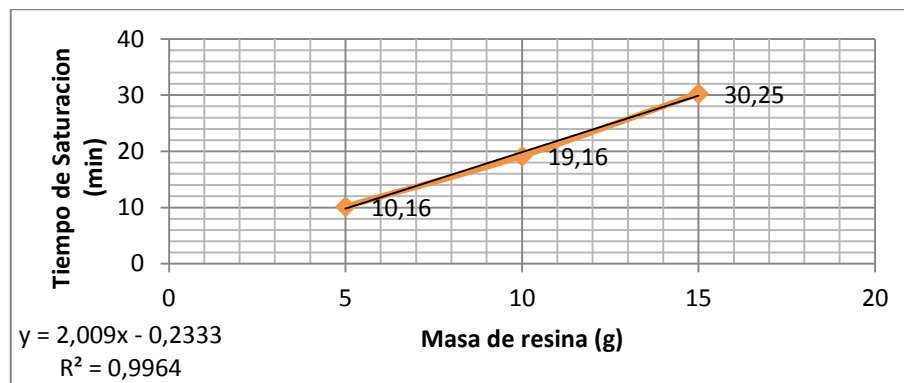
**Gráfico 14-3:** tiempo de filtración concentración 20% NaCl.

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

**Tabla 15-3:** determinación del tiempo de saturación de la resina.

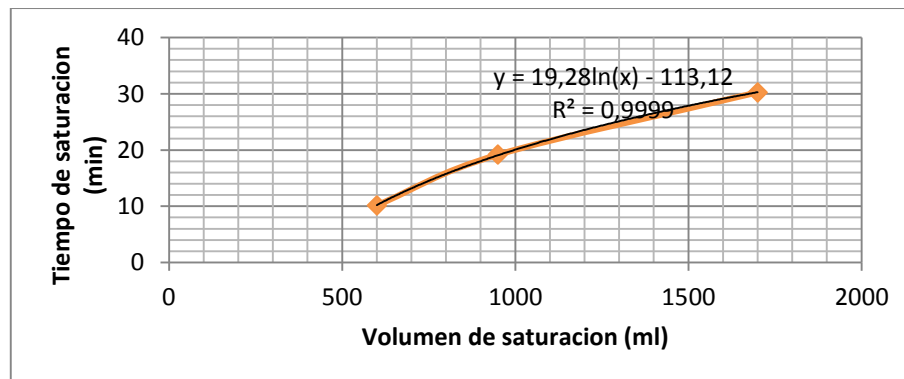
Número	Altura de Resina (m)	masa de resina (g)	tiempo de saturación (min)	volumen de saturación (ml)	Dureza
1	0,10	5	10,16	600	288
2	0,20	10	19,16	950	280
3	0,30	15	30,25	1700	296

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.



**Gráfico 16-3:** tiempo de saturación de la resina con 5, 10 y 15g.

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.



**Gráfico 17-3:** volumen de saturación de la resina con 5, 10 y 15g.

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

**Tabla 18-3:** volumen de saturación de la resina.

<b>m3</b>	<b>Volumen de Saturación (ml)</b>	<b>Tiempo de saturación (min)</b>	<b>Horas</b>	
556,74	556740000	275,13	4,59	
			Horas	Minutos
			4	35

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

**Tabla 19-3:** datos experimentales

<b>NÚMERO</b>	<b>DATOS EXPERIMENTALES</b>		
	<b>PARAMETRO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDADES</b>
1	Mr	0,005	Kg
2	V agua (m3)	0,0006	m3
3	USD r	10	
4	Qen	$1,20 \cdot 10^{-06}$	(m3/s)
5	Qsal	$1,02 \cdot 10^{-06}$	(m3/s)
6	Qac	0,2	(m3/s)
7	Vol entrada	0,0001	m3
8	Vol sal	0,0001	m3
9	Volac	0,000003	m3
10	Tiempo (en)	83	s
11	Tiempo (sal)	98	s
12	Tiempo (ac)	15	s
13	Distancia recorrida	0,1	m
14	Tiempo de Recorrido	11	s
15	Vel filtración	0,009	(m/s)
16	Razón (Mr/Vag)	8,333	
17	Razón (Qen/Qsal)	1,18	
18	Densidad de resina	770	(Kg/m3)
19	Masa de salmuera	0,01	Kg
20	Razón (Msalm/Vag)	16,67	

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

**Tabla 20-3:** concentración de salmuera

<b>Número</b>	<b>Concentración de salmuera</b>		
1	M sal	0,01	Kg
2	V de solución 10%	0,0001	m3
3	V de solución utilizado	0,00001	m3
4	Densidad del agua	998,2	Kg/m3
5	Densidad de salmuera	1002,7	kg/m3

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

**Tabla 21-3:** dosificación de cloro

<b>Número</b>	<b>Dosificación del Cloro</b>		
1	V del agua tratada	0,001	m3
2	Masa de NaClO	0,0015	g
3	Concentración de Cloro	10	%

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

### 3.2.1. Ecuaciones para cálculos y dimensionamientos

#### *Masa de la resina a utilizar*

Es la cantidad de sustancia necesaria expresada en unidades de masa.

#### **Ecuación 1 Masa de Resina**

$$Mr = \frac{Vc}{V}$$

Dónde:

$M_r$  = Masa resina (kg).

$V_c$  = Volumen de agua cruda a tratar ( $m^3$ ).

La ecuación determina la masa de resina necesaria para filtrar un volumen de agua, en un intervalo de tiempo. Experimentalmente se determinó que 5g de resina sirven para tratar 600 ml de agua. Tabla 10-3

#### *Volumen de resina a utilizar*

Es la cantidad de materia que ocupa un espacio dentro de un recipiente contenedor.

#### **Ecuación 2 Volumen de Resina**

$$\rho = \frac{m_{resina}}{V_{resina}}$$

Dónde:

$M_{resina}$  = Masa resina (kg)

$V_{resina}$  = Volumen de la resina ( $m^3$ ).

$\rho_{resina}$  = Densidad de la resina (g/L).

La ecuación ayuda a determinar el volumen de resina que ocupara la masa determinada para el proceso. Utilizando la densidad de la resina  $\rho_{resina}= 770g/L$ . Tabla 10-3.

### ***Radio del filtro***

Es el ancho de un objeto de forma cilíndrica, que une dos puntos opuestos de una circunferencia.

#### **Ecuación 3 Radio del Filtro**

$$r_{resina} = \sqrt{\frac{V_{resina}}{h_{resina}\pi}}$$

Dónde:

$r_{resina}$  = Radio de la resina (m).

$h_{resina}$  = altura de la resina (m).

La ecuación ayuda, utilizando el volumen de la resina y al haber determinado experimentalmente que la altura de la resina dentro del filtro es de  $h_{\text{resina}} = 0,10 \text{ m}$  (Tabla 1-3); se determina el diámetro del filtro a nivel macro, siendo el diámetro de la resina el mismo para el filtro.

### ***Caudal de entrada real***

Es el volumen de agua por unidad de tiempo a la salida de un equipo o proceso.

#### **Ecuación 4 Caudal de Entrada**

$$\frac{Q_{en}}{Q_{sal}} = 1.18$$

Dónde:

$Q_{sal}$  = Caudal de salida del filtro ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

$Q_{en}$  = Caudal de entrada al filtro ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

La ecuación determinada experimentalmente deduce el caudal de salida en función del caudal de entrada al filtro. De acuerdo a la tabla 34 la relación de  $Q_{en}/Q_{sal} = 1.18$ . Determinamos el caudal de salida del filtro.

### ***Altura de agua en el filtro tanto de entrada y salida***

Es la altura que existe entre la superficie de la base del equipo hasta la zona del lecho filtrante



### Ecuación 5 Altura del agua dentro del filtro

$$V_{ent} = V_{ac} + V_{sal}$$

Dónde:

$V_{ent}$  = Volumen de agua a la entrada ( $m^3$ ).

$V_{sal}$  = Volumen de salida ( $m^3$ ).

$V_{ac}$  = Volumen de acumulación durante el filtrado ( $m^3$ ).

$$V_{agua} = h_{agua} \pi r^2$$

Dónde:

$V_{agua}$  = Volumen de agua en el filtro ( $m^3$ ).

$h_{agua}$  = altura de la resina (m).

Para establecer la altura del filtro se tiene que establecer un balance volumétrico, conociendo así el volumen de acumulación Ec.5. Así a partir de la expresión del volumen de un cilindro obtenemos la altura del filtro usando un 20 % de seguridad Ec.6.

### ***Área de salida del filtro***

Es una superficie delimitada que la distingue de las demás, ya que, es la superficie por la cual saldrá un volumen de agua.

#### **Ecuación 6 Área de Filtrado**

$$A_{filtrado} = \frac{Q}{V_{filtracion}}$$

Dónde:

**Q** = Caudal de salida del filtro (m<sup>3</sup>/s).

**V filtrado** = Velocidad de filtración (m/s).

**A filtrado** = Área de salida del filtrado (m<sup>2</sup>).

La ecuación determina Considerando la misma velocidad de filtración. Y la ecuación del caudal determinamos el área de salida.

### ***Altura total del filtro***

#### **Ecuación 7 Altura Total**

$$h_T = h_{entrada} + h_{salida} + h_{resina}$$

Dónde:

$h_T$  = Altura total del filtro

$h_{entrada}$  = Altura de entrada del filtro (m).

$h_{salida}$  = Altura de salida del filtro (m).

$h_{resina}$  = Altura de la resina (m).

La ecuación determina la altura total del filtro de, mediante la relación encontrada experimentalmente.

### **Volumen del filtro**

#### **Ecuación 8 Volumen del Filtro**

$$V_D = \pi \cdot (d/2)^2 h_T$$

**Dónde:**

$V_D$  = *Volumen del tanque del tratamiento*

$d$  = Diámetro del tanque

$h_T$  = *Altura Total*

#### ***Volumen de salmuera de activación***

Es la cantidad de solución necesaria a una concentración específica.

### Ecuación 9 Volumen de Salmuera

$$V_{salmuera} = V_C \cdot 1 \times 10^{-3}$$

Dónde:

$V_{salmuera}$  = Volumen de salmuera para el proceso ( $m^3$ ).

$V_C$  = Volumen de agua cruda ( $m^3$ ).

$1 \times 10^{-3}$  = Relación entre el volumen de solución de salmuera y agua cruda experimentales.

La ecuación determina el volumen de salmuera a partir del volumen de agua cruda. De acuerdo a la (Tabla 11-3). Un volumen de  $6 \times 10^{-3} m^3$  se trató con  $6 m^3$  de solución de salmuera al 10%.

### *Masa de NaCl para preparación de solución al 10%*

La masa es la cantidad de materia para la preparación de solución a un volumen y concentración específica.

### Ecuación 10 Masa de Cloruro de Sodio

$$M_{NaCl} = \frac{8 \cdot V_{salmuera}}{100}$$

Dónde:

$M_{\text{salmuera}}$  = Masa de salmuera para el proceso (Kg).

$V_{\text{salmuera}}$  = Volumen de salmuera para el proceso ( $\text{m}^3$ ).

La ecuación ayuda a determinar el volumen de salmuera a partir de la determinación experimental de la concentración. La solución al 10 % corresponde a 10 g de NaCl por cada 100mL de solución.

### ***Volumen de agua de lavado para la resina***

Es la cantidad de agua necesaria para realizar una actividad adecuada a un proceso.

#### **Ecuación 11 Volumen de agua de Lavado**

$$V_L = \frac{160 \cdot M_r}{5}$$

Dónde:

$V_L$  = Volumen de agua de lavado para la resina ( $\text{m}^3$ ).

$M_r$  = Masa de resina (Kg).

A partir de la ecuación determinada experimentalmente establecemos la cantidad de agua necesaria para el lavado de la resina. De acuerdo a la (Tabla 2-3) el volumen de agua necesario para el lavado de la resina es 160mL para los 5g de resina usados

### **DOSIFICACIÓN DE CLORO**

Es la cantidad en volumen o masa determinada experimentalmente, para ejercer una acción a nivel de dimensiones macro.

### **Ecuación 12 Dosificación del Cloro**

$$V_{cloro} = 0,05 \cdot V_C$$

Dónde:

$V_{cloro}$  = Volumen de cloro ( $m^3$ ).

$V_C$  = Volumen de lavado de agua cruda ( $m^3$ ).

La ecuación determina el volumen de cloro necesario para purificar el agua a partir del volumen de agua cruda. Experimentalmente se demostró que la cantidad de cloro a utilizar es de 2 gotas (0,1mL) por cada litro de agua (Tabla 1-1), cumpliendo con el parámetro de cloro residual.

### ***Potencia de la bomba***

### **Ecuación 13 Dosificación del Cloro**

$$KW = \frac{H \cdot Q \cdot \rho}{3,670} * 10^5$$

Dónde:

KW= Potencia de la bomba

H= Carga dinámica total m

Q= Capacidad (flujo)

$\rho$ = Densidad del agua = 998,2 Kg/ $m^3$

## *Eficiencia del sistema de potabilización del agua*

### **Ecuación 14 eficiencia de la planta**

$$E = \frac{\text{Dureza inicial} - \text{Dureza Final}}{\text{Dureza inicial}} * 100$$

Dónde:

Dureza inicial= 558 ppm

Dureza Final= 192,0 ppm

**OBSERVACIÓN:** todos los cálculos realizados para el dimensionamiento de los procesos son valores dimensionales internos.

### **3.2.2. CÁLCULOS**

#### **MASA DE LA RESINA A UTILIZAR**

De la ecuación 1

$$Mr = \frac{0,005(556,74)}{0,0006}$$

$$Mr = 4639,50 \text{ Kg de resina}$$

#### **VOLUMEN DE RESINA A UTILIZAR**

De la ecuación 2

$$Vr = \frac{4639,50}{770}$$

$$Vr = 6,03\text{m}^3$$

## CAUDAL DE ENTRADA REAL

De la ecuación 4

$$\frac{Q_{entrada}}{Q_{salida}} = 1.18$$

$$Q_{entrada} = 1,18 * Q_{salida}$$

$$Q_{entrada} = 1,18 * (0,013)$$

$$Q_{entrada} = 0,015$$

$$Q_{entrada*5\%seg} = 0,015*1,05$$

$$Q_{entrada*5\%seg} = 0,016\text{m}^3/\text{s}$$

## ALTURA DEL AGUA DENTRO DEL FILTRO

### Balance volumétrico

De la ecuación 5

$$V_{ent} = 0,015 * 4,59 * 3600$$

$$V_{ent} = 253,63\text{m}^3$$

$$Q_{sal} = 13/1000$$

$$Q_{sal} = 0,013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{acumulacion} = 0,015 - 0,013$$

$$Q_{acumulacion} = 0,0023 \text{ m}^3/\text{s}$$



$$V_{acum} = Q_{acum} * t$$

$$V_{acum} = 0,0023 * 4,59 * 3600$$

$$V_{acum} = 38,01m^3$$

$$V_{sal} = 0,013 * 4,59 * 3600$$

$$V_{sal} = 214,812m^3$$

### ALTURA DEL FILTRO

De la ecuación 6

$$\phi \text{ del filtro} = 3 \sqrt{\frac{4 * 38,01}{1,3 * \pi}}$$

$$\phi \text{ del filtro} = 3,43$$

$$h (1,2 \phi) 10\% \text{ seg} = 1,2 * 3,43 * 1.1$$

$$h (1,2 \phi 10\% \text{ seg} = 4,53m$$

### ALTURA DE LA RESINA

De la ecuación 7

$$h_{resina} = \frac{4 * 6,03\pi * 155 * 155 * 5,18}{\pi * (3.43)^2}$$

$$h \text{ resina} = 0,65m$$

## ÁREA DE SALIDA DEL FILTRO

De la ecuación 8

$$A_{Filtrado} = \frac{0,016}{0,009}$$
$$A_{Filtrado} = 1,79$$

## ALTURA TOTAL DEL FILTRO

De la ecuación 9

$$h_T = h_{entrada} + h_{salida} + h_{resina}$$
$$h_T = 4,53 + 0,65$$
$$h_T = 5,18$$

## VOLUMEN DEL FILTRO

*De la ecuación 10*

$$V_{Filtro} = \frac{\pi * 3,43 * 3,43 * 5,18}{4}$$
$$V_{Filtro} = 48 \text{ m}^3$$

## CALCULOS DE LA SALMUERA

### ALTURA DEL TANQUE DE SALMUERA

*De la ecuación 11*

$$h_{tanq.salmuera} = \frac{4 * 7,2}{\pi * (2)^2}$$

$$h_{tanq.salmuera} = 2,3 \text{ m}$$

### AREA DEL TANQUE

$$Area_{tanq.} = \frac{\pi * (2)^2}{4}$$

$$Area_{tanq.} = 3,14 \text{ m}$$

## DOSIFICACIÓN DE CLORO

*De la ecuación 12*

$$\text{Dosificación de } Cl = \frac{0,0015 * 1113,48}{0,001}$$

$$\text{Dosificación de } Cl = 1670,22g$$

$$\text{Dosificación de } Cl = 1670,22/1000$$

$$\text{Dosificación de } Cl = 1,67Kg$$

## VOLUMEN DE SOLUCIÓN DE NaClO 10%

*De la ecuación 13*

$$V_{sol.NaClO 10\%} = \frac{1670,22}{\frac{10\%}{1000}}$$

$$V_{sol.NaClO 10\%} = 16,70L$$

$$V_{sol.NaClO 10\%} = \left(\frac{16,70}{1000}\right) * 105\%$$

$$V_{sol.NaClO 10\%} = 0,018m^3$$

## TANQUE DE CLORO

$$Tanq.Cl = \frac{4 * 0,018}{\pi * (0,2)^2}$$

$$Tanq.Cl = 0,56m$$

## EFICIENCIA DEL SISTEMA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA

De la ecuación 14

$$E = \frac{558-192,0}{558} * 100$$

$$E = 65,59 = 66\%$$

### 3.3 Resultados de los análisis del agua

**Tabla 22-3:** análisis del agua antes y después del tratamiento de potabilización.

Número	DETERMINACIONES	UNIDADES	LIMITES	RESULTADOS	
				ANTES	DESPUES
1	PH	Unid	6,5-8,5	7	7,53
2	CONDUCTIVIDAD	Us/cm	<1250	1000	1150
3	DUREZA	Mg/L	300	558	192.0

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

#### 3.3.2 Análisis de la resina

**Tabla 23-3:** concentración de la resina en función de la disminución de la dureza del agua.

MUESTRA	CANTIDAD DE AGUA (mL)	CANTIDAD DE RESINA (g)	DUREZA OBTENIDA (mg/L)
1	100	5	96
2	200	5	120
3	300	5	168
4	400	5	176
5	500	5	256
6	600	5	288

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

La cantidad de resina y agua aceptada para los posteriores análisis se basa en la utilización de 15g de resina porque mientras más cantidad de resina se utilice en el proceso sirve para tratar más cantidad de agua.

### 3.3.3 RESULTADOS

**Tabla 24-3:** resultados para el diseño de la planta de tratamiento de agua potable.

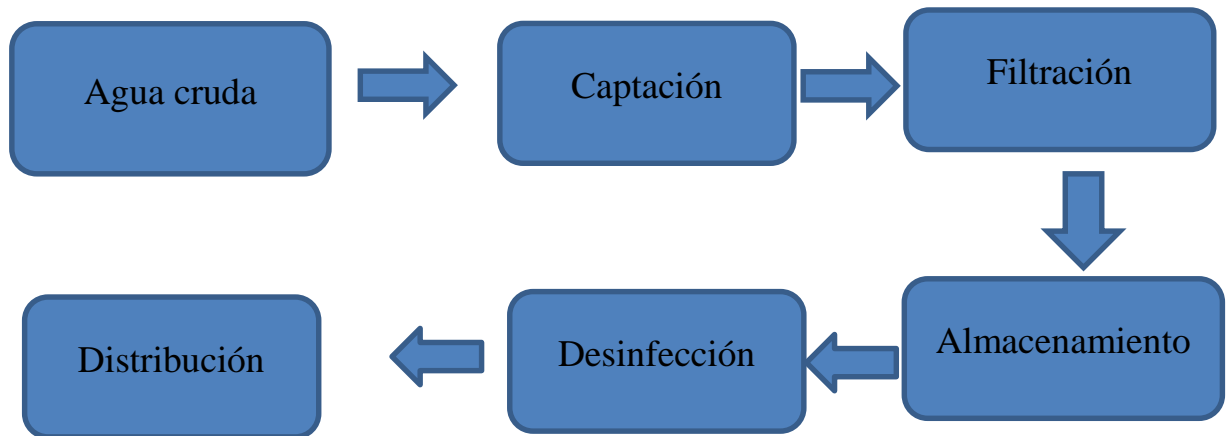
NÚMERO	PARAMETROS	VALOR	UNIDAD
1	Masa de resina	4639,50	Kg
2	Volumen de resina	6,03	m <sup>3</sup>
3	Caudal de entrada real	0,016	m <sup>3</sup> /s
4	Caudal de salida	0,013	m <sup>3</sup> /s
5	Caudal de acumulación	0,0023	m <sup>3</sup> /s
6	Volumen de salida	214,812	m <sup>3</sup>
7	Diámetro del filtro	3,43	m
8	Altura del filtro	5,18	m
9	Altura de la resina	0,65	m
10	Volumen del filtro	48	m <sup>3</sup>
11	Altura del tanque de salmuera	2,3	m
12	Área del tanque de salmuera	3,14	m
13	Dosificación de Cloro	1,67	Kg
14	Volumen de solución NaClO (10%)	0,018	m <sup>3</sup>
15	Altura del tanque de cloro	0,56	m

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

#### ***3.3.4. Proceso de producción***

- El proceso empieza tomando el agua de los pozos de la institución para este proyecto estamos tomando directamente las aguas subterráneas de la ESPOCH.
- El agua dura es absorbida mediante una bomba hacia la superficie, llegando a los filtros de resina.
- El agua dura pasa al filtro la válvula de tiempo regenera una vez cada determinado número de horas.
- En operación el agua pasa por el tanque de resina.
- Cuando regenera, la válvula cierra el agua al tanque de resina, y succiona la salmuera del tanque de salmuera del tanque de succión, pasándola por la resina. El agua de salida va a dar en un proceso de recirculación sin desperdiciarla.
- Una vez regenerada la resina, envía agua para lavar la resina y eliminar los residuos de salmuera.
- Luego envía agua suave al tanque de salmuera para reponer el agua que fue gastada en el pozo, la línea de succión y de alimentación tiene una válvula de flotador que impide que se llene más del agua del nivel preestablecido.
- Luego de este proceso el agua tratada pasa a almacenarse en los pozos (P1 y P2), como tratamiento final la sometemos a un proceso de desinfección que tiene por objeto la destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua.
- Distribución final del líquido vital tratado.

## DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MODELO TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN.



### Operación y mantenimiento

En la práctica es imposible encontrar una máquina o equipo que no necesite mantenimiento. Es así, que para producir o fabricar se requiere de máquinas o equipos, que con la acción del tiempo y del uso están sujetos a un proceso irreversible de desgaste, de envejecimiento y a una degradación de eficiencia técnica; así como a su obsolescencia 127 tecnológica. Por lo tanto, para aliviar estos males inevitables se requerirá asociar la vida de estas máquinas o equipos con el mantenimiento y una correcta operación. Es evidente que la adecuada manipulación de un sistema se vincula a un mantenimiento preventivo y a la disminución de un mantenimiento correctivo, garantizando no solamente un funcionamiento óptimo sino también un ahorro económico. La vida útil del sistema y equipos dependerá directamente de un adecuado mantenimiento, teniendo muy en cuenta que la operación diaria influirá de la misma manera.



### 3.4 Presupuesto y cronograma del proyecto.

#### Matriz de presupuesto

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA (PROTOTIPO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TIPO PAQUETE PARA LOS POZOS UNO Y DOS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
<b>OBJETIVO:</b>	POTABILIZAR EL AGUA QUE SE DISTRIBUYE EN LAS INSTALACIONES DE LA ESPOCH
<b>POBLACION SERVIDA:</b>	14 374 HAB
<b>ASPECTOS TECNICOS:</b>	
<b>VIDA UTIL:</b>	25 AÑOS
<b>LOCALIZACION:</b>	PANAMERICANA SUR KM 1 1/2
<b>COSTO DEL PROYECTO:</b>	152.345,94 USD
<b>ZONA:</b>	
<b>PLAZO:</b>	6 MESES

#### PRESUPUESTO REFERENCIAL

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
<b>A</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	380,00	70,35	26.733,00
2	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	465,00	7,00	3.255,00
<b>B</b>	<b>TANQUE DE SALMUERA</b>				
	<b>LOSA FONDO O PISO DE TANQUE</b>				
3	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	9,24	1,40	12,94
4	EXCAVACIÓN MANUAL CIMIENTOS	M3	2,45	10,31	25,26
5	CONTRAPISO	M2	3,14	20,64	64,81
6	REPLANTILLO H.S 180 kg/cm2 esp=3cm	M2	3,14	116,05	364,40
7	HORMIGON SIMPLE 210 kg/cm2	M3	1,51	187,01	282,39
8	ACERO ESTRUCTURAL LOSA DE FONDO	KG	2,24	2,88	6,45
9	MALLA HEXAGONAL 1/2-GALLINERO	M2	4,60	4,07	18,72
10	ENLUCIDO PISO-MORTERO 1:2 ESP=2cm	M2	3,80	11,24	42,71
10,1	DRENES SUBTERRANEOS	ML	7,93	13,64	108,17
	<b>PARED CILINDRICA Y COLUMNAS DE REFUERZO</b>				
11	ENCOFRADO CURVO	M2	16,75	11,99	200,83
12	MALLA HEXAGONAL 1/2-GALLINERO	M2	16,00	4,07	65,12
13	MALLA ELECTROSOLDADA 4/10	MLL	4,74	52,56	249,13
16	PINTURA INTERNA Y EXTERNA PARED	M2	21,68	13,65	295,93
	<b>LOSA DE CUBIERTA</b>				
17	HORMIGON SIMPLE 210 kg/cm2	M3	0,25	187,01	46,75
18	ENCOFRADO RECTO	M2	4,08	11,52	47,00
19	ACERO ESTRUCTURAL LOSA DE FONDO	KG	5,49	2,88	15,81
20	MASILLADO VIGAS MAS LOSA	M2	4,07	9,69	39,44

21	MALLA HEXAGONAL 1/2-GALLINERO	M2	4,15	4,07	16,89
22	AIREADORES-VENTILACIÓN	U	4,00	7,01	28,04
23	PINTURA ANTISOL	M2	4,07	6,86	27,92
<b>C</b>	<b>TANQUE PARA FILTRO ( 4 UNIDADES)</b>				
	<b>LOSA FONDO O PISO DE TANQUE</b>				
24	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	144,45	1,40	202,23
25	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	15,99	8,54	136,55
26	CONTRAPISO	M2	65,13	20,64	1.344,28
27	REPLANTILLO H.S 180 kg/cm2 esp=3cm	M2	4,32	116,05	501,34
28	HORMIGON SIMPLE 210 kg/cm2	M3	14,58	187,01	2.726,61
29	MALLA ELECTROSOLDADA 50X50X75	MLL	67,89	10,05	682,29
30	MALLA HEXAGONAL 1/2-GALLINERO	M2	64,08	4,07	260,81
31	MASILLADO PISO-MORTERO 1-2 ESP = 3cm	M2	37,02	9,68	358,35
31,1	DRENES SUBTERRANEOS	ML	39,63	13,64	540,55
	<b>PARED CILINDRICA</b>				
32	ENCONFRADO CURVO	M2	187,11	12,93	2.419,33
33	MALLA HEXAGONAL 1/2-GALLINERO	M2	210,45	4,07	856,53
34	MALLA ELECTROSOLDADA 4/10	MLL	118,74	52,56	6.240,97
36	ENLUCIDO PARED INTERIOR Y EXTERIOR	M2	213,33	13,55	2.890,62
37	PINTURA INTERNA Y EXTERNA PARED	M2	213,15	13,65	2.909,50
	<b>LOSA DE CUBIERTA</b>				
38	MALLA ELECTROSOLDADA 4/10	MLL	56,79	52,56	2.984,88
40	ENCOFRADO RECTO	M2	77,88	11,99	933,78
41	ACERO ESTRUCTURAL LOSA DE FONDO	KG	58,53	2,88	168,57
42	MASILLADO LOSA - MORTERO 1-2 ESP=2cm	M2	45,00	9,69	436,05
43	MALLA HEXAGONAL 1/2-GALLINERO	M2	15,56	4,07	63,33
44	AIREADORES-VENTILACIÓN	U	6,00	7,01	42,06
45	PINTURA ANTISOL	M2	77,73	6,86	533,23
46	ENLUCIDO LOSA INTERIOR	M2	78,45	11,95	937,48
<b>D</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>				
	<b>LOSA FONDO O PISO DE TANQUE</b>				
48	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	398,12	1,40	557,37
49	EXCAVACION MANUAL CIMIENTOS	M3	15,75	8,54	134,51
50	CONTRAPISO	M2	195,57	20,64	4.036,56
51	REPLANTILLO H.S 180 kg/cm2 esp=3cm	M2	11,94	116,05	1.385,64
52	HORMIGON SIMPLE 210 kg/cm2	M3	52,88	187,01	9.889,09
53	ACERO ESTRUCTURAL LOSA DE FONDO	KG	3.915,39	2,88	11.276,32
54	MALLA HEXAGONAL 1/2-GALLINERO	M2	202,50	4,07	824,18
55	ENLUCIDO PISO - MORTERO 1:2 ESP=2cm	M2	167,33	8,25	1.380,47
55,1	DRENES SUBTERRANEOS	ML	74,27	13,64	1.013,04
	<b>PARED CILINDRICA Y COLUMNAS DE REFUERZO</b>				
56	ACERO ESTRUCTURAL	KG	212,57	5,05	1.073,48
57	HORMIGON PLINTOS Y COLUMNAS	M3	4,44	146,35	649,79
58	ENCONFRADO CURVO	M2	256,46	12,93	3.316,03
59	MALLA HEXAGONAL 1/2-GALLINERO	M2	423,96	4,07	1.725,52
60	MALLA ELECTROSOLDADA 4/10	MLL	518,26	52,56	27.239,75
63	PINTURA INTERNA Y EXTERNA PARED	M2	297,18	13,65	4.056,51
	<b>LOSA CUBIERTA</b>				

65	HORMIGON SIMPLE 210 kg/cm2	M3	25,35	187,01	4.740,70
66	ACERO ESTRUCTURAL	KG	653,29	5,05	3.299,11
67	ACERO ESTRUCTURAL LOSA	KG	638,81	2,88	1.839,77
68	MASILLADO VIGAS MAS LOSA	M2	221,35	9,69	2.144,88
69	MALLA HEXAGONAL 1/2-GALLINERO	M2	171,48	4,07	697,92
70	AIREADORES-VENTILACIÓN	U	4,00	7,01	28,04
71	PINTURA ANTISOL	M2	221,95	6,86	1.522,58
<b>E</b>	<b>CONDUCCION PRINCIPAL EN TUBERIA</b>				
72	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	209,95	1,40	293,93
73	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA HG 4"	ML	80,74	34,14	2.756,46
75	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA HG 6"	ML	33,00	34,32	1.132,56
79	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PVC EC 110mm	ML	47,34	13,01	615,89
81	BOMBA DE 0.5 Hp	U	1,00	125,00	125,00
82	ACCESORIOS PVC CONDUCTOR PRINCIPAL	GBL	1,00	4.166,06	4.166,06
	<b>DOSIFICADOR DE CLORO</b>				
83	TANQUE DE POLIPROPILENO	U	1,00	19,50	19,50
84	APOYO DE METAL	U	1,00	62,50	62,50
85	TUBERIA DE 75mm	ML	1,20	108,73	130,48
86	ACCESORIOS	GBL	1,00	96,25	96,25
			<b>OBRA CIVIL</b>		<b>152.345,94</b>
			14% IVA		21.328,43
			<b>TOTAL</b>		<b>173.674,37</b>

TOTOY PILCO EDWIN MARCELO  
ELABORADO

MORETA RAMIREZ MELINTON ADEMAR

## PRESUPUESTO

RUBRO	VALOR	FUENTE DE FINANCIAMIENTO	
		INTERNA	EXTERNA
Resma de papel A4	20,00	X	
Impresiones	250,00	X	
Fotocopias	15,00	X	
Agenda	12,00	X	
Anillados	27,00	X	
Impresiones de planos	25,00	X	
Empastados	24,00	X	
Transporte	29,00	X	
Servicios	470,00	X	
Diseño	350,00	X	
Implementación de la planta prototipo	1.800,00	X	
Imprevistos	151,00	X	
<b>Inversión</b>	<b>3.173,00</b>		

**Elaborado por:** Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

### 3.4.1. Cronograma

ACTIVIDAD	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X	X						
Presentación del anteproyecto	X											
Recopilación de información		X										
Análisis de información			X									
Caracterización actual del agua		X										
Trabajo de campo y laboratorio	X	X	X	X								
Análisis de los datos obtenidos				X	X							
Presentación preliminar de tesis				X	X							
Correcciones				X	X	X						
Presentación definitiva de tesis						X						
Defensa de tesis						X						

Elaborado por: Melinton Moreta/ Marcelo Totoy, 2016.

### ***3.4.2. Análisis y discusión de resultados***

- Luego de realizar el tratamiento del agua potable disminuyeron los parámetros significativamente en un promedio global del 65,59 %, porque la resina catiónica es muy eficiente para que el agua tratada cumpla con la NORMA INEN 1108.
- Los cálculos realizados en el diseño son fundamentales, porque a partir de estos se establece el dimensionamiento y respaldan la capacidad de carga de la PTAP. Así mismo se presentan los planos constructivos al detalle con el fin que sea posible su implementación.
- En cuanto a la regeneración de la resina, está conformada por solución de cloruro de calcio en su mayoría además del cloruro de sodio que se añade en un 10 %. Es decir, el intercambio iónico permite eliminar dureza con una resina en forma  $\text{Na}^+$ . Eliminando nitratos restantes con una resina intercambiadora de aniones en forma cloruro. Eso funciona porque la resina tiene más afinidad o una selectividad más alta para los iones nitrato o sulfato que para el cloruro.
- A través de este tratamiento de intercambio iónico a partir de una resina catiónica ácido fuerte se logró reducir los iones disueltos en el agua, lo cual se consigue purificar el agua con una alta conductividad per dentro de los límites permisibles según la norma vigente.

## CONCLUSIONES

- Luego del análisis del agua potable se determinó que tiene un alto índice de dureza de 558 mg /L, utilizando filtros con resina catiónica se disminuyó la concentración a 192 mg/L teniendo una remoción total media del 65,59 %, brindando una buena calidad de agua.
- La planta de tratamiento diseñado con tres filtros de resina catiónica cada uno de 48m<sup>3</sup> de volumen, un tanques de almacenamiento de 100m<sup>3</sup> y dos de 500m<sup>3</sup> de capacidad en la cual incluye un tanque de dosificación de cloro de 0,018m<sup>3</sup> y un tanque de salmuera de volumen 7,2 m<sup>3</sup> para la posterior implementación.
- El presente estudio se constituye la herramienta fundamental para la ejecución o construcción, será posible implementar un sistema de abastecimiento para la comunidad Politécnica, que cumpla las condiciones de cantidad y calidad y de esta manera garantizar la demanda en los puntos de abastecimiento y la salud para los habitantes de la institución
- En la normativa ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 y de acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que en las muestras el límite permisible de la dureza se encuentran fuera del rango; por tal motivo se eligió darle un tratamiento a base de resina catiónica como medio filtrante para posteriormente someter a un proceso de desinfección, y los parámetros restantes físico – químicos como es pH, turbiedad, dureza y sólidos totales cumplen con los requerimientos de la normativa.

## **RECOMENDACIONES**

- Es recomendable que el organismo que construya el Sistema de Agua Potable deberá aplicar estrictamente las especificaciones técnicas contenidos en este estudio, para garantizar la calidad y el buen funcionamiento del sistema y así capacitar a la comunidad politécnica que son beneficiarios directos del proyecto con temas de higiene, salud, ambiente para crear mejores condiciones de vida.
- Se recomienda a las autoridades de la ESPOCH trabajar en campañas de desarrollo del sistema antes de empezar su construcción, esto con la finalidad de llegar a concientizar a la población de la importancia de tener un sistema nuevo y eficiente de agua potable, responsabilizarlos del cuidado y precaución que deberán tener con estas obras y que sean artífices de su propio desarrollo.
- Se recomienda realizar un mantenimiento adecuado a la Planta de Tratamiento mínimo dos veces por año.



## BIBLIOGRAFÍA

Frers, C. (07/09/2011). Problemas de contaminación en el agua. *Eco- Porta .NET* , 1,2,3.

Rubens Sette Ramalho, D. J. (1990). *Tratamiento de aguas residuales*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: Libri Mundi.

Orellana, I. J. (Diciembre de 2005). *Ingeniería Sanitaria- UTN - FRRO*. Obtenido de [https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing\\_sanitaria/Ingenieria\\_Sanitaria\\_A4\\_Capitulo\\_06\\_Tratamiento\\_de\\_Aguas.pdf](https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_06_Tratamiento_de_Aguas.pdf)

Forrest B. Wright, R. E. (1977). *Una Introducción a la Dureza del Agua*. Mexico.

Frers, C. (07/09/2011). Problemas de contaminación en el agua. *Eco- Porta .NET* , 1,2,3.

Orellana, I. J. (Diciembre de 2005). *Ingeniería Sanitaria- UTN - FRRO*. Obtenido de [https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing\\_sanitaria/Ingenieria\\_Sanitaria\\_A4\\_Capitulo\\_06\\_Tratamiento\\_de\\_Aguas.pdf](https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_06_Tratamiento_de_Aguas.pdf)

Rubens Sette Ramalho, D. J. (1990). *Tratamiento de aguas residuales*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: Libri Mundi.

Aguirre, A. (Noviembre de 2014). *deagua.html*. Recuperado el 01 de Junio de 2016, de [DOTACIONES DE AGUA .COM: fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujoentuberias/dotacionagua/determinaciondeladotaciondeagua.html](http://DOTACIONES DE AGUA .COM: fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujoentuberias/dotacionagua/determinaciondeladotaciondeagua.html)

## ANEXOS Y APÉNDICES

### ANEXO A: DOTACIÓN PARA PLANTELES EDUCACIONALES

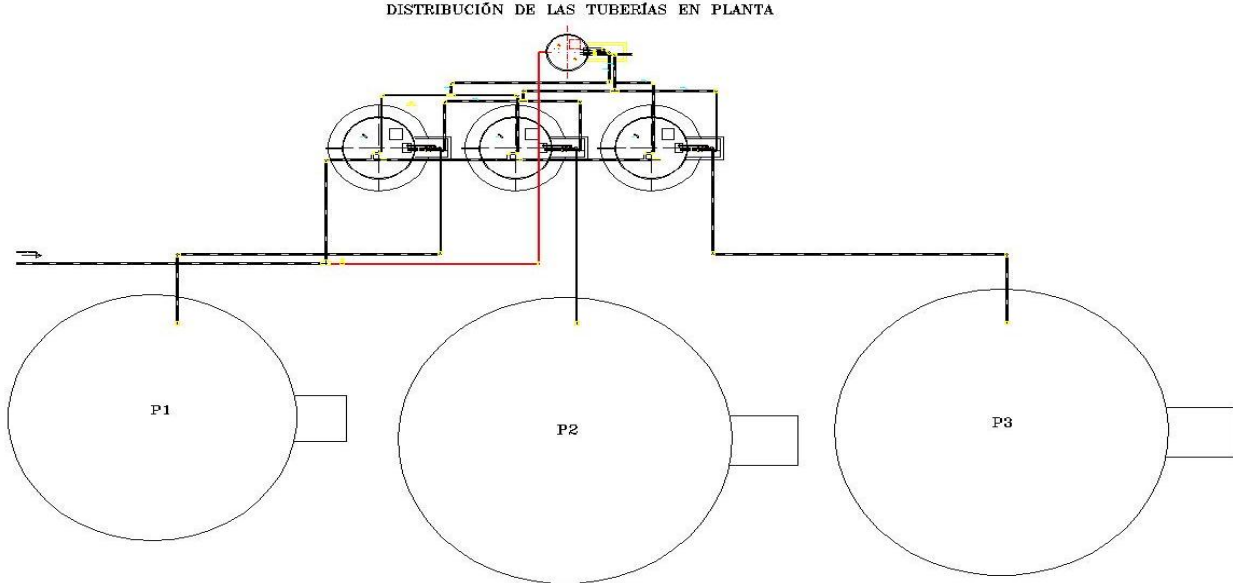
#### DOTACIÓN PARA PLANTELES EDUCACIONALES

Consumos y Variaciones

<b>TIPO DE ALUMNADO</b>	<b>DOTACIÓN DIARIA L/PERSONA</b>
ALUMNADO EXTERNO	40
ALUMNADO SEMI-INTERNO	70
ALUMNADO INTERNO O RESIDENTE	250
PERSONAL NO RESIDENTE	50
PERSONAL RESIDENTE	200

(Aguirre, 2014)

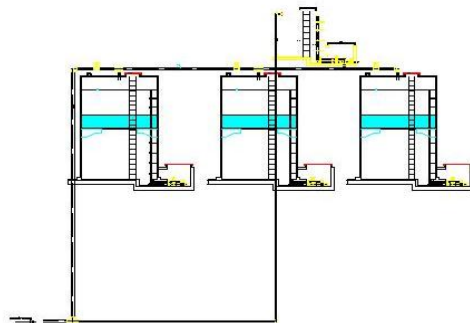
# ANEXO B: DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS EN LA PLANTA



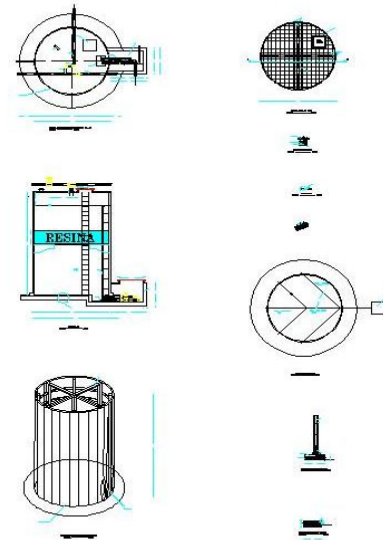
<b>TEMA:</b> DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA (PROTOTIPO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TIPO PAQUETA PARA LOS POZOS UNO Y DOS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DE CEMBOBAGO.	<b>CATEGORIZACIÓN DEL DISEÑO:</b> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> CONSTRUCCIÓN <input type="checkbox"/> FREELANCER <input type="checkbox"/> AFERRADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> INFORMACIÓN <input type="checkbox"/>	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CEMBOBAGO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS TONY PILCO EDWIN MARCELO MORETA RAMÍREZ MELINTON ADEMAR	<b>DISTRIBUCIÓN DE LA TUBERÍA EN PLANTA</b>		
			Pp. Escalas Fecha:		
			1/5 1:100 22/07/2016		

# ANEXO C: DISEÑO DEL TANQUE DE CLORO Y RESINA

DISTRIBUCIÓN DE LAS TUBERÍAS EN ELEVACIÓN



DISEÑO TIPO DEL TANQUE DE RESINA



**ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**  
**RESINA**

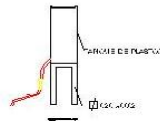
Volumen de resina 6.03m<sup>3</sup>  
Altura de resina 0.65m

**FILTRO**

φ 3.43m  
h 5.18m  
Volumen total del filtro 48m<sup>3</sup>  
CAUDALES DE DISEÑO DEL FILTRO  
Q<sub>en</sub> 0.015m<sup>3</sup>/s  
Q<sub>ac</sub> 38.01m<sup>3</sup>/s  
Q<sub>sal</sub> 0.013m<sup>3</sup>/s



TANQUE DOSIFICADOR DE CLORO



**DIMENSIONES**

φ 0.2m  
h 0.56m

**DOSIFICACIÓN**

Masa de NaClO a utilizar 1670.22 gramos  
Volumen de sol de NaClO 10% 16.7022 l

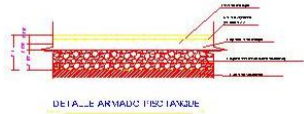
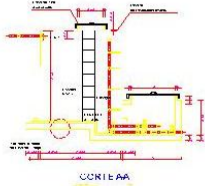
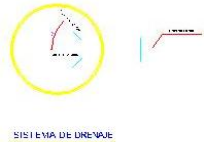
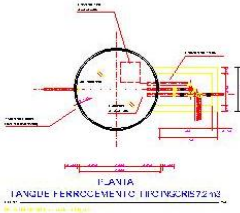
**LOCALIZACIÓN**

En la tapa de cada tanque de almacenamiento

<b>TEMA:</b> DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA (PROTOTIPO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TIPO PAQUETE PARA LOS POZOS UNO Y DOS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.	<b>CATEGORIZACIÓN DEL DISEÑO:</b> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> CONSTRUCCIÓN <input type="checkbox"/> PRELIMINAR <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> INFORMACIÓN <input type="checkbox"/>	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	<b>DISTRIBUCIÓN DE LA TUBERÍA EN ELEVACIÓN Y TANQUE DE RESINA</b>		
			Fp.	Escala:	Fecha:
			2/5	Índice:	22/07/2016

## ANEXO D: DISEÑO DEL TIPO DE TANQUE DE SALMUERA

### DISEÑO TIPO DEL TANQUE DE SALMUERA



**ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

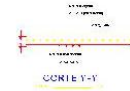
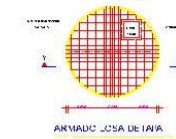
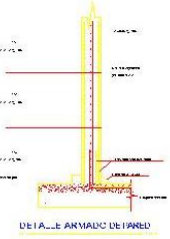
**DOSIFICACIÓN DE NaCl**  
 Volumen de salmuera 6.5m³  
 Masa de sal 650kg

**TANQUE DE SALMUERA**  
 $\phi$  2m  
 h 2.3m  
 Volumen total del tanque 7.2m³

**CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA DE ALMACENAMIENTO**  
 Altura de P2 7.5m  
 Caudal de ingreso al pozo 0.013 m³/s  
 Potencia 0.95 kW  
 Potencia 1.8Hp

**CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA DE ALMACENAMIENTO**  
 Altura de recirculación 7.5m  
 Caudal de recirculación 0.005 m³/s  
 Potencia 0.37 kW  
 Potencia 0.5 Hp

VOLÚMENES DE OBRA	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
CONCRETO	80
REFUERZO	120
TRABAJO DE ENCOFRADO	150
TRABAJO DE ALICATADO	100
TRABAJO DE REVESTIMIENTO	100
TRABAJO DE PINTADO	50
TRABAJO DE PLANTAR	100
TRABAJO DE REJERADO	50
TRABAJO DE MANTENIMIENTO	100
TRABAJO DE VERIFICACIÓN	100
TRABAJO DE ENTREGA	100
TRABAJO DE CIERRE	100
TRABAJO DE DESMONTAJE	100
TRABAJO DE LIMPIEZA	100
TRABAJO DE RECONSTRUCCIÓN	100
TRABAJO DE REPARACIÓN	100
TRABAJO DE REVISIÓN	100
TRABAJO DE REVISIÓN DE PLANEOS	100
TRABAJO DE REVISIÓN DE PLANEOS DE OBRAS	100
TRABAJO DE REVISIÓN DE PLANEOS DE OBRAS DE OBRAS	100
TRABAJO DE REVISIÓN DE PLANEOS DE OBRAS DE OBRAS	100
TRABAJO DE REVISIÓN DE PLANEOS DE OBRAS DE OBRAS	100
TRABAJO DE REVISIÓN DE PLANEOS DE OBRAS DE OBRAS	100
TRABAJO DE REVISIÓN DE PLANEOS DE OBRAS DE OBRAS	100
TRABAJO DE REVISIÓN DE PLANEOS DE OBRAS DE OBRAS	100
TRABAJO DE REVISIÓN DE PLANEOS DE OBRAS DE OBRAS	100
TRABAJO DE REVISIÓN DE PLANEOS DE OBRAS DE OBRAS	100

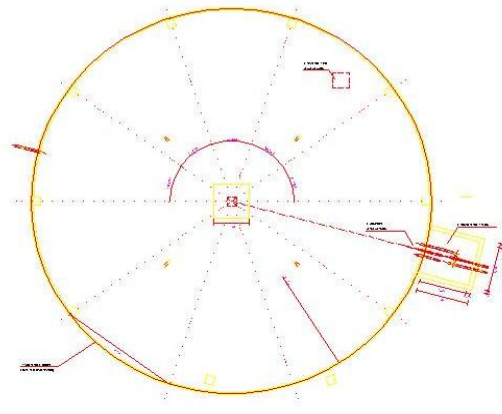


<b>REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL DISEÑO</b>	
DISEÑADO POR: DISEÑO: REVISADO POR: APROBADO POR:	DISEÑADO POR: DISEÑO: REVISADO POR: APROBADO POR:

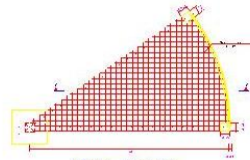
<b>TEMA:</b> DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA (PROTOTIPO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POR EL TIPO PAQUETE PARA LOS POZOS UNO Y DOS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.	<b>CATEGORIZACIÓN DEL DISEÑO:</b> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> CONSTRUCCIÓN <input type="checkbox"/> PRELIMINAR <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> INFORMACIÓN <input type="checkbox"/>	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS TOTOY PILCO EDWIN MARCELO MORAÑA RAMÍREZ MELINTON ALDAMAR	<b>TANQUE DE SALMUERA</b>		
		Ep.	Escalas:	Fecha:	
		3/5	Indicadas	22/07/2016	

# ANEXO E: DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

## DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO



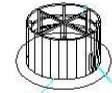
PLANTA TANQUE FERROCEMENTO (CON REINFORZO)



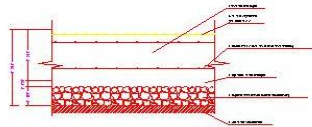
ARMADO LOSA DE PAVIA



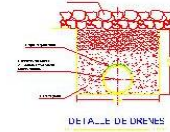
CORTE Y-Y



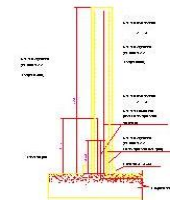
ARMADO TÍPICO DE ENCANTADO PAVIA



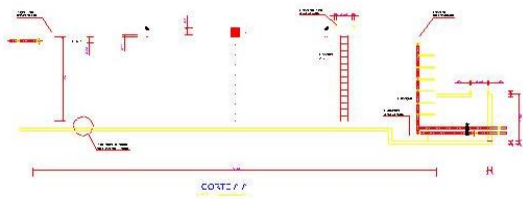
DETALLE ARMADO RIBS TANQUE



DETALLE DE RIBS



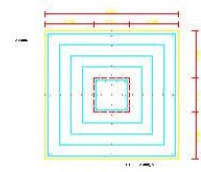
DETALLE ARMADO DE PARED



CORTE F-F



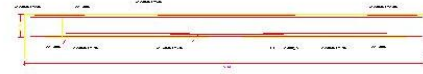
CC. LUNYA PERIMETRAL



CC. LUNYA CENTRAL



ARMADO DE PARED



DETALLE DE ARMADO VERTIC

### ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Volumen de tanque 500m<sup>3</sup>

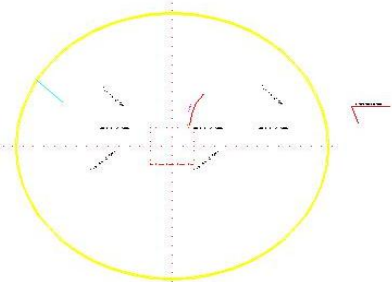
ø 15.90 m

h 7.50 m

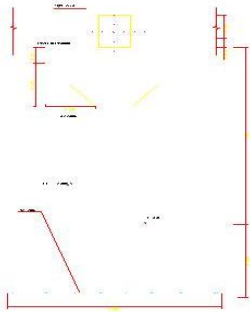
<b>TEMA:</b> DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA (PROTOTIPO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TIPO PAQUETS PARA LOS POZOS UNO Y DOS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DE CEMBORAZO.	<b>CATEGORIZACIÓN DEL DISEÑO:</b> CEMENTICADO <input type="checkbox"/> CONSTRUCCIÓN <input type="checkbox"/> PRELIMINAR <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> INFORMACIÓN <input type="checkbox"/>	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CEMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS TOTDY PILCO EDWIN MARCELO MORETA RAMÍREZ MELINTON ADEMAR	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>		
			Ep.	Escala:	Fecha:
			4/5	Indicadas	22/07/2018

# ANEXO F: DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

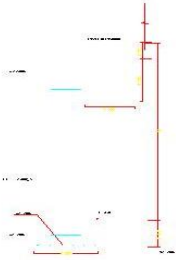
## DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO



SISTEMA DE DRENAJE



LISTA DE MATERIALES DE ACERDO A LOS DISEÑOS	
1. CEMENTO PORTLAND	2. ACERO
3. ARENA	4. AGUA
5. HERRAJE	6. BARRAS
7. PASTA DE CEMENTO	8. MORTAR
9. MORTAR	10. MORTAR
11. MORTAR	12. MORTAR
13. MORTAR	14. MORTAR
15. MORTAR	16. MORTAR
17. MORTAR	18. MORTAR
19. MORTAR	20. MORTAR
21. MORTAR	22. MORTAR
23. MORTAR	24. MORTAR
25. MORTAR	26. MORTAR
27. MORTAR	28. MORTAR
29. MORTAR	30. MORTAR
31. MORTAR	32. MORTAR
33. MORTAR	34. MORTAR
35. MORTAR	36. MORTAR
37. MORTAR	38. MORTAR
39. MORTAR	40. MORTAR
41. MORTAR	42. MORTAR
43. MORTAR	44. MORTAR
45. MORTAR	46. MORTAR
47. MORTAR	48. MORTAR
49. MORTAR	50. MORTAR
51. MORTAR	52. MORTAR
53. MORTAR	54. MORTAR
55. MORTAR	56. MORTAR
57. MORTAR	58. MORTAR
59. MORTAR	60. MORTAR
61. MORTAR	62. MORTAR
63. MORTAR	64. MORTAR
65. MORTAR	66. MORTAR
67. MORTAR	68. MORTAR
69. MORTAR	70. MORTAR
71. MORTAR	72. MORTAR
73. MORTAR	74. MORTAR
75. MORTAR	76. MORTAR
77. MORTAR	78. MORTAR
79. MORTAR	80. MORTAR
81. MORTAR	82. MORTAR
83. MORTAR	84. MORTAR
85. MORTAR	86. MORTAR
87. MORTAR	88. MORTAR
89. MORTAR	90. MORTAR
91. MORTAR	92. MORTAR
93. MORTAR	94. MORTAR
95. MORTAR	96. MORTAR
97. MORTAR	98. MORTAR
99. MORTAR	100. MORTAR



<b>TEMA:</b> DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA (PROYECTO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TIPO PAQUETE PARA LOS PUEBLOS DOS Y DOS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DE CHEMBORAZO.	<b>CATEGORIZACIÓN DEL DISEÑO:</b> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> CONSTRUCCIÓN <input type="checkbox"/> PRELIMINAR <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> INFORMACIÓN <input type="checkbox"/>	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHEMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS TOTOTY PILCO BOWIN MARCELO MORETA RAMIREZ MELINTON ADEMAR	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>		
			Fp.	Escala:	Fecha:
			6/6	Indicadas	22/07/2016

# ANEXO G: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICOS ANTES DEL TRATAMIENTO

 <p><b>CESTTA</b> SGC</p>	<p><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p><b>DEPARTAMENTO : LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</b></p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	--	--

**INFORME DE ENSAYO No:** 1410  
**ST:** 506 -15 ANÁLISIS DE AGUAS  
**Nombre Peticionario:** ESPOCH  
**Atn.** Ing. Rosa Pinos  
**Dirección:** Riobamba, Panamericana Sur Km 1 1/2  
 Riobamba - Chimborazo


**FECHA:** 22 de Septiembre del 2015  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2015/09/15 - 10:30  
**FECHA DE MUESTREO:** 2015/09/15 - 10:09  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2015/09/15 - 2015/09/22  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua subterránea  
**CÓDIGO LABCESTTA:** LAB-A 1061-15  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** A-1  
**PUNTO DE MUESTREO:** Pozo 2/ Pozo 1  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Físico- Químico- Microbiológico  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Ing. Verónica Bravo  
**CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:** T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

## RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Aluminio	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	0,25	±9%	0,1
Arsénico	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,01	±22%	0,01
Bario	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,07	±17%	0,7
Cadmio	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	0,00088	±22%	0,003
Cobre	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	0,0077	±20%	2
Cromo	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,01	±17%	0,05
Hierro	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	0,11	±17%	0,3



## ANEXO H: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICOS ANTES DEL TRATAMIENTO

 <p><b>CESTTA</b> SGC</p>	<p><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p><b>DEPARTAMENTO : LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</b></p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	--	--

Plata	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,05	±21%	0,05
Plomo	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,005	±22%	0,01
Selenio	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,01	±18%	0,01
Zinc	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,05	±12%	5,0
*Mercurio	PEE/LABCESTTA/174 EPA245.7/EPA 3015*	mg/L	<0,0001	-	0,006
Cianuros	PEE/LABCESTTA/22 Standard Methods No 4500-CN C y E	mg/L	<0,017	±18%	0,07
Dureza total	PEE/LABCESTTA/40 Standard Methods No. APHA 2340 C	mg/L	558	±10%	-
Turbidez	PEE/LABCESTTA/43 EPA 180.1	UNT	<0,64	±24%	5
Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 mL	<1	±20%	20 (NMP/100ml)
Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/48 Standard Methods No. 9222 D y 9222I	UFC/100 mL	<1	±20%	200 (NMP/100ml)
Color	PEE/LABCESTTA/61 Standard Methods No. 2120 - C	Pt/Co	<8	±25%	15
Nitritos	PEE/LABCESTTA/17 Standard Methods No 4500 -NO <sub>2</sub> -B	mg/L	<0,03	±27%	0,2
Nitratos	PEE/LABCESTTA/16 Standard Methods No 4500 -NO <sub>3</sub> -B	mg/L	<2,3	±29%	50
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	<30	±13%	<4

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
MC01-14

Página 2 de 3  
Edición 5

# ANEXO I: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICOS ANTES DEL TRATAMIENTO


	<p align="center"><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p align="center"><b>DEPARTAMENTO : LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</b></p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
---	---	--

*Sabor	Standard Methods No. 2160 B	-	NO DETECTADO	-	No Objetable
*Olor	PEE/LABCESTTA/62 Standard Methods No. 2150 B	-	NO DETECTADO	-	No Objetable
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H <sup>+</sup> B	Unidades de pH	7,30	±0,2	6-9
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 Standard Methods No 4500-SO <sup>2</sup> 4 E	mg/L	>200	±8%	250

**OBSERVACIONES:**

- Muestra transportada en refrigeración.
- Muestra compuesta.
- Los parámetros marcados con (\*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.
- La columna marcada con (■) corresponde a los límites permitidos indicados en la Tabla 2 del TULSMA: Criterios de calidad de agua para consumo humano y doméstico y que para su potabilización solo requieren desinfección. Acuerdo Ministerial No.028. Solicitados por el cliente.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

  
**Dr. Mauricio Alvarez**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**  
  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
 E INSPECCION  
**LAB - CESTTA**  
**ESPOCH**

# ANEXO J: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DESPUÉS DEL TRATAMIENTO

**ESPOCH**

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA

FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998200 ext 332

Riobamba - Ecuador

## INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS

Solicitado por: Señores Marcelo Totoy y Melinton Moreta

Fecha de análisis: 27 de enero de 2016

Fecha de entrega de resultados: 29 de enero de 2016

Tipo de muestra: Agua para consumo domestico. Agua Tratada

Localidad: ESPOCH Riobamba

TRABAJO DE TESIS

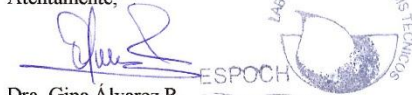
Código: 004-16

Determinaciones	Unidades	*Límites	Resultados
Color	Und Co/Pt	< 15	4
pH	Unid	6.5 - 8.5	8,00
Conductividad	µSiems/cm	< 1250	1230
Turbiedad	UNT	5	2,4
Cloruros	mg/L	250	29,8
Dureza	mg/L	300	192,0
Calcio	mg/L	70	32,0
Magnesio	mg/L	30 - 50	27,2
Alcalinidad	mg/L	300	290,0
Amonios	mg/L	< 0.50	0,14
Nitritos	mg/L	3	0,01
Nitratos	mg/L	50	1,80
Hierro	mg/L	0.30	0,03
Fluoruros	mg/L	< 1.5	1,08
Fosfatos	mg/L	< 0.30	0,03
Sólidos Totales	mg/L	1000	720,0
Sólidos Disueltos	mg/L	500	650,0

\* Valores referenciales para aguas de consumo doméstico

Observaciones: Valores dentro de norma

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

# ANEXO K: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DESPUÉS DEL TRATAMIENTO

## ESPOCH

FACULTAD DE CIENCIAS  
LABORATORIO DE AGUA

EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA			
			CÓDIGO 004-16
CLIENTE: Srs. Marcelo Totoy y Melinton Moreta			
UBICACION: ESPOCH			
TIPO DE MUESTRA: Agua de consumo			
FECHA DE RECEPCIÓN: 27 de enero de 2016			
FECHA DE MUESTREO: 27 de enero de 2016			
<b>EXAMEN FISICO</b>			
COLOR: incolora			
OLOR: inolora			
ASPECTO: transparente			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
Coliformes totales UFC/100ml	Filtración por membrana	< 1.1	Ausentes
Coliformes fecales UFC/100ml	Filtración por membrana	< 1.1	Ausentes
NORMA INEN 1108			
OBSERVACIONES: Dentro de los parámetros de norma			
FECHA DE ANÁLISIS: 27 de enero de 2016			
FECHA DE ENTREGA : 29 de enero de 2016			
RESPONSABLES:			
 			
Dra. Gina Álvarez R.			
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.			

# ANEXO L: ANÁLISIS QUÍMICO DESPUÉS DEL TRATAMIENTO

## ESPOCH

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Sr. Marcelo Totoy

Fecha de Análisis: 26 de octubre del 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 10 de noviembre del 2015

Tipo de muestras: Agua Potable

Localidad: ESPOCH Riobamba

TRABAJO DE TESIS

Código LAT/150-15

### Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6.5 – 8.5	7.75
Conductividad	µSiems/cm	2510-B		1130
Aluminio	mg/L			0.01
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2540-C		630
Coliformes Totales	UFC/100mL	micro filtración	< 1	1500
Coliformes Fecales	UFC/100mL	micro filtración	< 1	Ausentes

\*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

Observaciones:

Atentamente.

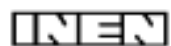
  
Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS



Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.  
Los ensayos han sido realizados, por el estudiante bajo la dirección del técnico responsable.

**ANEXO M: NORMAS INEM 1108-2011**



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 1 108:2011**  
**Cuarta revisión**

---

**AGUA POTABLE. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

DRINKING WATER. REQUIREMENTS.

Second Edition

---

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable, requisitos.  
AL 01.06-401  
CDU: 628.1.033  
CIIU: 4200  
ICS: 13.060.20



<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>AGUA POTABLE. REQUISITOS</b>	<b>NTE INEN 1 108:2011 Cuarta revisión 2011-06</b>
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Agua potable.</i> Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.</p> <p>3.1.2 <i>Agua cruda.</i> Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.</p> <p>3.1.3 <i>Límite máximo permitido.</i> Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma y aplicando las reglas para redondear números, (ver NTE INEN 052).</p> <p>3.1.4 <i>UFC/ml.</i> Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.</p> <p>3.1.5 <i>NMP.</i> Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los tubos múltiples.</p> <p>3.1.6 <i>mg/l.</i> (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.</p> <p>3.1.7 <i>Microorganismo patógeno.</i> Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.</p> <p>3.1.8 <i>Plaguicidas.</i> Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nematodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.</p> <p>3.1.9 <i>Desinfección.</i> Proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentar los agentes microbianos patógenos, constituye una medida preventiva esencial para la salud pública.</p> <p>3.1.10 <i>Subproductos de desinfección.</i> Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.</p> <p>3.1.11 <i>Cloro residual.</i> Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.</p> <p>3.1.12 <i>Sistema de abastecimiento de agua potable.</i> El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable, requisitos.</p>		

3.1.13 Sistema de distribución. Comprende las obras y trabajos auxiliares construidos desde la salida de la planta de tratamiento hasta la acometida domiciliaria.

#### 4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

4.1 Los sistemas de abastecimiento de agua potable se acogerán al Reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública.

#### 5. REQUISITOS

##### 5.1 Requisitos específicos

5.1.1 El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación:

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	—	no objetable
Sabor	—	no objetable
<b>Inorgánicas</b>		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,5
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN <sup>-</sup>	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 <sup>††</sup>
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitrato, NO <sub>3</sub>	mg/l	50
Nitrito, NO <sub>2</sub>	mg/l	0,2
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α <sup>**</sup>	Bq/l	0,1
Radiación total β <sup>**</sup>	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01
<sup>†</sup> Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos.		
<sup>*</sup> Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>210</sup> Po, <sup>214</sup> Pb, <sup>214</sup> Bi, <sup>214</sup> Po, <sup>218</sup> Pb, <sup>218</sup> Bi, <sup>218</sup> Po, <sup>222</sup> Rn, <sup>226</sup> Ra, <sup>232</sup> Th, <sup>238</sup> U, <sup>235</sup> U, <sup>239</sup> Pu.		
<sup>**</sup> Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>40</sup> K, <sup>86</sup> Kr, <sup>88</sup> Kr, <sup>90</sup> Kr, <sup>136</sup> Xe, <sup>138</sup> Xe, <sup>134</sup> Ca, <sup>136</sup> Ca, <sup>210</sup> Pb, <sup>226</sup> Ra.		

#### Sustancias orgánicas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP		
Benzo(a)pireno	mg/l	0,0007
<b>Hidrocarburos:</b>		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Etileno	mg/l	0,02
1,2-dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,006
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0005
1,2-Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitrotetracético	mg/l	0,2

(Continúa)



## Pesticidas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Isoptroturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Fenitrothión	mg/l	0,02
Fenitroclorfenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrin y Dieldrin	mg/l	0,00003
Carbofent	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropano	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,008
Endrin	mg/l	0,0008
Terbutilazina	mg/l	0,007
Ciandano	mg/l	0,0002

## Residuos de desinfectantes

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monodonamina,	mg/l	3

## Subproductos de desinfección

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
Trihalometanos totales	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:		
• Bromodiclorometano	mg/l	0,08
• Cloroformo	mg/l	0,3
Ácido tricloroacético	mg/l	0,2

## Cianotoxinas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microcistina-LR	mg/l	0,001

5.1.2 El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.

## Requisitos microbiológicos

	Máximo
Coliformes fecales <sup>(1)</sup> :	
- Tubos múltiples NMP/100 ml ó	< 1,1 *
- Filtración por membrana UFC/100 ml	< 1 **
Cryptosporidium, número de oocistas/100 litros	Ausencia
Giardia, número de quistes/100 litros	Ausencia
* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm <sup>3</sup> ó 10 tubos de 10 cm <sup>3</sup> ninguno es positivo	
** < 1 significa que no se observan colonias	
<sup>(1)</sup> ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida	

(Continúa)

## 6. INSPECCIÓN

### 6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

6.1.2 El agua potable debe ser monitoreada permanentemente para asegurar que no se producen desviaciones en los parámetros aquí indicados.

6.1.3 El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

## 7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Los métodos de ensayo utilizados para los análisis que se especifican en esta norma serán los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods) especificados en su última edición. En caso que no conste el método de análisis para un parámetro en el Standard Methods, se utilizará un método estandarizado propuesto por un organismo reconocido.

(Continúa)

**APENDICE Y**  
**(Informativo)**

**Número de unidades a tomarse de acuerdo a la población servida**

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

<b>POBLACIÓN</b>	<b>NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS POR AÑO</b>
< 5 000	12
5 000 – 100 000	12 POR CADA 5 000 PERSONAS
> 100 000 – 500 000	120 MÁS 12 POR CADA 10 000 PERSONAS
> 500 000	180 MÁS 12 POR CADA 100 000 PERSONAS

Guía para la calidad del agua potable 3ra. Ed. (incluido el 1er. Adendum) 2008, Capítulo 4 numeral 4.3.4 cuadro 4.5

*(Continúa)*

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

*Métodos Estandarizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales* (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) en su última edición. Publicado por la APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WEF (Water Environment Federation).

Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados. Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality First Addendum to Third Edition Volume 1 Recommendations*. World Health Organization, 2006.

**ANEXO N: RESINA CATIONICA**

**h) RESINA CATIONICA**



**b) PESO DE RESINA CATIONICA**



<b>TEMA:</b> DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA (PROTOTIPO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TIPO PAQUETE PARA LOS POZOS UNO Y DOS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.	<b>CATEGORIZACION DEL DISEÑO:</b>	<b>DEL</b>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  FACULTAD DE CIENCIAS  ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS  TOTOY FILCO EDWIN MARCELO  MOREIRA RAMIREZ MELLINTON ARENAL	a) RESINA CATIONICA b) PESO DE RESINA CATIONICA		
	CERTIFICADO	<input type="checkbox"/>		Pg.	Escala:	Fecha:
	CONSTRUCCION PRELIMINAR AFREDA POR AFREDA INFORMACION	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		1/5	Indicada	22/07/2016

ANEXO Ñ: SOLUCIÓN DE NaCl

a) PREPARACION DE SOLUCIÓN NaCl



b) PORCENTAJES DE SOLUCIÓN DE NaCl Y RESINA CATIONICA AL 5-10-20 %



<b>TEMA:</b> DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA (PROTOTIPO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TIPO PAQUETE PARA LOS POZOS UNO Y DOS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.	<b>CATEGORIZACION DISEÑO:</b>	<b>DEL</b>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  FACULTAD DE CIENCIAS  ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS  TOTOY FILCO EDWIN MARCELO  MOREIRA RAMIREZ NELLAYTON ADELAR	a) PREPARACION DE SOLUCION NaCl b) PORCENTAJES DE SOLUCION DE NaCl Y RESINA CATIONICA		
	CERTIFICADO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<b>Pp.</b>	<b>Escala:</b>	<b>Fecha:</b>
	CONSTRUCCION <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2/5	Indicadas	22/07/2016
	PRELIMINAR <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	APROBADA <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	POR APROBAR <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	INFORMACION <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

**ANEXO O: ACTIVACIÓN Y LAVADO DE RESINA**

**ANEXO H**

**a) ACTIVACIÓN DE RESINA CON NaCl AL 10% Y LAVADO.**



**b) PREPARACIÓN DE FILTRADO**



<b>TEMA:</b> DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA (PROTOTIPO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TIPO PAQUETE PARA LOS POZOS UNO Y DOS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.	<b>CATEGORIZACION DEL DISEÑO:</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b>  FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS TOTOY FILCO EDWIN MARCELO MORETA RAMIREZ NELLYTON ABENAR	a) ACTIVACION DE RESINA CON NaCl al 10%. b) PREPARACION DE FILTRADO		
	CERTIFICADO <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION <input type="checkbox"/> PRELIMINAR <input type="checkbox"/> APROBADA <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> INFORMACION <input type="checkbox"/>		Pp.	Escala:	Fecha:
			3/5	Indicadas	22/07/2016

## ANEXO P: FILTRACIÓN Y ANALISIS DE LA DUREZA

### ANEXO I

#### a) FILTRACIÓN DEL AGUA CRUDA



#### b) ANALISIS DE DUREZA DEL AGUA TRATADA



<b>TEMA:</b> DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA (PROTOTIPO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TIPO PAQUETE PARA LOS POZOS UNO Y DOS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.	<b>CATEGORIZACION DEL DISEÑO:</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b>  FACULTAD DE CIENCIAS  ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS  TOTOY FILCO EDWIN MARCELO  MOREYLA SANDREY NELLINTON ABENAR	a) FILTRACION DE AGUA CRUDA b) ANALISIS DE DUREZA DEL AGUA TRATADA			
	CERTIFICADO <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION <input type="checkbox"/> PRELIMINAR <input type="checkbox"/> APROBADA <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> INFORMACION <input type="checkbox"/>		Pp.	Escala:	Fecha:	
			4/5	Indicadas	21/07/2016	



**ANEXO Q: ANALISIS FINALES DE CONDUCTIVIDAD Y PH**

**a) ANALISIS DE CONDUCTIVIDAD Y PH**



<b>TEMA:</b> DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA (PROTOTIPO) DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TIPO PAQUETE PARA LOS POZOS UNO Y DOS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.	<b>CATEGORIZACION DEL DISEÑO:</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b>  FACULTAD DE CIENCIAS  ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS  TOTOY FILCO EDWIN MARCELO  INOYETRA RANGEL NELLINTON ADEMAR	<b>a) ANALISIS DE CONDUCTIVIDAD Y PH</b>		
	CERTIFICADO <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION <input type="checkbox"/> PRELIMINAR <input type="checkbox"/> APROBADA <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> INFORMACION <input type="checkbox"/>		Pp.	Escala:	Fecha:
			5/5	Indicadas	21/07/2016

