



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL**  
**TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

**TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO**  
**CON RADIACIÓN UV, PARA LA INACTIVACIÓN DE**  
**COLIFORMES**

---

**AUTOR:**

**DIEGO SANTIAGO LÓPEZ TORRES**

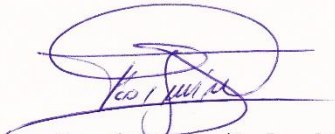
**TUTOR:**

**Ing. Mg. Francisco Pazmiño**

**AMBATO- ECUADOR**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Francisco Pazmiño Mg. certifico que la presente proyecto de investigación “TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO CON RADIACIÓN UV, PARA LA INACTIVACIÓN DE COLIFORMES” realizado por el Sr. Diego Santiago López Torres, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, fue desarrollado bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita.



Francisco Pazmiño Ing. Mg.

**TUTOR DEL TRABAJO EXPERIMENTAL**

## **AUTORÍA**

Yo, Diego Santiago López Torres, CI. 180328189-6, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Ingeniería Civil, certifico que el trabajo experimental con el tema: “TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO CON RADIACIÓN UV, PARA LA INACTIVACIÓN DE COLIFORMES” es de mi completa autoría.



Diego Santiago López Torres

**AUTOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública además apruebo la reproducción de éste Documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Ambato 27 de Enero del 2017

Autor



Diego Santiago López Torres

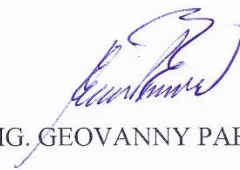
180328189-6

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos Profesores Calificadores, una vez que han realizado la revisión pertinente, aprueban el Proyecto de Investigación, bajo el tema: “TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO CON RADIACIÓN UV, PARA LA INACTIVACIÓN DE COLIFORMES”, del señor Diego Santiago López Torres, de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

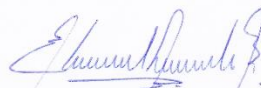
Ambato, 27 de Enero 2017

Para constancia firman:



ING. MG. GEOVANNY PAREDES

**PROFESOR CALIFICADOR**



ING. MG. EDUARDO PAREDES

**PROFESOR CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo experimental con gran afecto:*

*A mi madre Arq. Sandra Torres que ha sido fuente de apoyo y gran inspiración. Este trabajo es fruto de su esfuerzo y sus palabras de amor que me alentaron en los momentos de decaimiento.*

*A mis abuelos Srgto. 1° César Torres quien perteneció al Cuerpo de Ingenieros del Ejército del Ecuador y Guillermina Cuenca, quienes con su gran amor y sus palabras llenas de sabiduría supieron encaminar mis conocimientos a una meta clara.*

## AGRADECIMIENTO

*Mis más sinceros agradecimientos:*

*A mis padres que fueron mi apoyo incondicional económico y profesional. Por su ayuda dentro el proceso de desarrollo de este trabajo de investigación.*

*Al Ingeniero Francisco Pazmiño, quien con su guía como tutor y amigo ha hecho posible con su gran conocimiento y paciencia, la finalización exitosa de este trabajo.*

*A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica que es mi segundo hogar, la misma que me formó como una persona responsable, de servicio y un profesional competente y comprometido.*

*A mis compañeros de aula y de vida Ing. Iván Soberón e Ing. Estefanía Cevallos con quienes iniciamos este proceso de formación profesional juntos, estrechando lazos de amistad que perduraran por siempre.*

# ÍNDICE GENERAL

## *CAPÍTULO I*

1.1.	TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.....	1
1.2.	ANTECEDENTES.....	1
1.3.	JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4.	OBJETIVOS .....	4
1.4.1.	OBJETIVO GENERAL:.....	4
1.4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	4

## *CAPÍTULO II*

2.1.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.2.	HIPÓTESIS.....	6
2.2.1.	DETALLE DE LA HIPÓTESIS.....	6
2.2.2.	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	7
A.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	7
B.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	7

## *CAPÍTULO III*

3.1.	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	8
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	9
3.2.1.	POBLACIÓN: .....	9
3.2.2.	MUESTRA: .....	9
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	9
3.4.	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	11
3.5.	PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	12
3.6.	INSTRUCTIVO DE USO Y ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINA DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA.....	13
3.6.1.	PARTES DEL PROTOTIPO.....	13
3.6.2.	INSTRUCTIVO DE USO .....	14



3.6.3. ESPECIFICACIONES DEL PROTOTIPO.....	17
3.7. COSTO DEL PROTOTIPO.....	21

### ***CAPÍTULO IV***

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	21
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	27
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS .....	40

### ***CAPÍTULO V***

5.1. CONCLUSIONES .....	41
5.2. RECOMENDACIONES .....	41
A. BIBLIOGRAFÍA .....	42

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>TABLA 1.- TASAS MUNDIALES DE MORBILIDAD Y MORTALIDAD DE LAS ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA.....</b>	<b>2</b>
<b>TABLA 2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>6</b>
<b>TABLA 3.- VARIABLE DEPENDIENTE.....</b>	<b>9</b>
<b>TABLA 4.- VARIABLE INDEPENDIENTE .....</b>	<b>10</b>
<b>TABLA 5.- PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>TABLA 6.- PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS .....</b>	<b>12</b>
<b>TABLA 7.- COSTO DEL PROTOTIPO .....</b>	<b>21</b>
<b>TABLA 8.- TABLA DE PROCESO DE MUESTREO.....</b>	<b>22</b>
<b>TABLA 9.- COLIFORMES TOTALES – MUESTRA SIN TRATAR.....</b>	<b>27</b>

<b>TABLA 10.- COLIFORMES FECALES – MUESTRA SIN TRATAR .....</b>	<b>29</b>
<b>TABLA 11.- COLIFORMES – MUESTRA SIN FILTRAR.....</b>	<b>30</b>
<b>TABLA 12.- COLIFORMES – MUESTRA FILTRADORA .....</b>	<b>31</b>
<b>TABLA 13.- COLIFORMES TOTALES – MUESTRA TRATADA.....</b>	<b>33</b>
<b>TABLA 14.- COLIFORMES FECALES – MUESTRA TRATADA .....</b>	<b>34</b>
<b>TABLA 15.-COMPARACIÓN FINAL DEL ESTUDIO.....</b>	<b>37</b>

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

<b>GRÁFICO 1.- Prototipo de Maquina De Radiación UV .....</b>	<b>13</b>
<b>GRÁFICO 2 .....</b>	<b>22</b>
<b>GRÁFICO 3 .....</b>	<b>23</b>
<b>GRÁFICO 4 .....</b>	<b>23</b>
<b>GRÁFICO 5 .....</b>	<b>23</b>
<b>GRÁFICO 6 .....</b>	<b>24</b>
<b>GRÁFICO 7 .....</b>	<b>24</b>
<b>GRÁFICO 8 .....</b>	<b>24</b>
<b>GRÁFICO 9 .....</b>	<b>24</b>
<b>GRÁFICO 10 .....</b>	<b>25</b>
<b>GRÁFICO 11 .....</b>	<b>25</b>
<b>GRÁFICO 12 .....</b>	<b>25</b>
<b>GRÁFICO 13 .....</b>	<b>25</b>
<b>GRÁFICO 14 .....</b>	<b>26</b>

<b>GRÁFICO 15</b> .....	26
<b>GRÁFICO 16</b> .....	26
<b>GRÁFICO 17</b> .....	26
GRÁFICO 18.- PRESENCIA DE COLIFORMES TOTALES.....	28
GRÁFICO 19.- PRESENCIA DE COLIFORMES FECALES.....	29
GRÁFICO 20.- COLIFORMES EN MUESTRA SIN FILTRAR.....	31
GRÁFICO 21.- COLIFORMES EN MUESTRA FILTRADA.....	32
GRÁFICO 22.- PRESENCIA DE COLIFORMES TOTALES.....	34
GRÁFICO 23.- PRESENCIA DE COLIFORMES FECALES.....	35
GRÁFICO 24.- Comparación de Presencia de Coliformes Totales.....	35
GRÁFICO 25.- Comparación de presencia de Coliformes Fecales.....	36
GRÁFICO 26.- Gráfico Comparativo Final Coliformes Totales.....	38
GRÁFICO 27.- Gráfico Comparativo Final Coliformes Fecales.....	38
GRÁFICO 28.- RADIACIÓN UV EN ADN.....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.- NORMA NTE INEN 1 108:2006 .....	43
ANEXO 2.- NORMA EPA 832-F-99-064 - FOLLETO INFORMATIVO DE TECNOLOGÍA DE AGUAS RESIDUALES .....	53
ANEXO 3.- RESULTADOS DE MUESTRAS SIN TRATAR .....	61
ANEXO 4.- RESULTADO DE ESTUDIO ADICIONAL .....	66
ANEXO 5.- RESULTADOS DE MUESTRAS TRATADAS .....	68
ANEXO 6.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MÁQUINA DE PURIFICACIÓN – SEGÚN FABRICANTE .....	73
ANEXO 7.- OFICIO DE DONACIÓN DE PROTOTIPO DE MAQUINA DE RADIACIÓN UV .....	85
ANEXO 8.- PAPER .....	87

# **RESUMEN EJECUTIVO**

**TEMA: “TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO CON RADIACIÓN UV, PARA LA INACTIVACIÓN DE COLIFORMES”**

**AUTOR:** Diego Santiago López Torres

**TUTOR:** Francisco Pazmiño Ing. Mg.

**FECHA:** 26 de Enero 2017

La radiación UV tiene propiedades de desintegrar el ADN de microorganismos, por lo que es una opción de gran éxito dentro del campo de la purificación del agua para hacerla apta para el consumo humano.

Dentro de este proyecto experimental se evidencia la efectividad del uso de la radiación UV, tras la toma de muestras durante cinco días seguidos a las 12:00 se pudo realizar los ensayos en las muestras contaminadas y tratadas, frente a los resultados obtenidos se entiende mejor el comportamiento de los coliformes en el agua sin tratar: los coliformes están presentes en el agua en cantidades bajas, sin embargo si el agua esta turbia por presencia del clima como lluvias fuertes, la cantidad de coliformes aumenta por el arrastre de sedimentos hacia al agua, por otro lado se entiende también el comportamiento del agua tratada: las muestras resultantes se ven libres de coliformes, aptas para el consumo ya que cumple con los parámetros de la normativa en cuanto a la cantidad de coliformes permisibles dentro del agua para que sea de consumo humano.

Finalmente se concluye con la elaboración de un manual de guía y uso de Radiación Ultravioleta para la purificación del agua que beneficiara al deseo de mejorar el conocimiento en las nuevas tecnologías de purificación del agua.

# ABSTRACT

**TOPIC: "TREATMENT OF WATER FOR HUMAN CONSUMPTION WITH UV RADIATION, FOR INACTIVATING COLIFORMS"**

**AUTOR:** Diego Santiago López Torres

**TUTOR:** Francisco Pazmiño Ing. Mg.

**DATE:** 26 January 2017

The UV radiation has disintegrating properties of microorganism DNA, so is for it a successfully option into the water purification field in order to make it apt for human consumption.

Inside this experimental Project the effectiveness of using UV radiation is evident, after take a sample during five days in a row at 12:00, it was possible to make essays of the contaminated and treated samples , in front of the results obtained it's more easier to understand the behavior of coliforms in the untreated water: The coliforms are presents in a small quantity in the water, however if water is turbid because of weather like a heavy rain, the coliforms quantity increase cause of the sediments dragged into the water, on the other hand it's easy to understand the behavior of treated water: the resultant samples are coliforms free, it means that water is apt for human consumption because it is accord to the regulatory parameters of the permissible quantity of coliforms into the water for human consumption.

Finally it concludes with an elaboration of a manual for Ultraviolet Radiation guide and usage for water purifying, it will benefit the desire of improve the knowledge of all the technologies innovations' for water purifying.

# **1. CAPITULO I.**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1. TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL**

*TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO CON RADIACIÓN UV, PARA LA INACTIVACIÓN DE COLIFORMES*

### **1.2. ANTECEDENTES**

El agua, como elemento natural indispensable para la vida y la salud, es usada y consumida por el Ser Humano en diferentes necesidades. Además, la disponibilidad de agua permite establecer un medio higiénico que evita o limita la propagación de muchas enfermedades infecciosas entre los seres vivos. Sin embargo, en contraste con lo anterior, el agua es también un importante vehículo de transmisión de muchas enfermedades que afectan a los elementos bióticos del ecosistema durante siglos, como se muestra en la tabla #1.

La calidad del agua y la salud humana se consideran esenciales en la prevención de este tipo de enfermedades y en el mejoramiento de la calidad de vida. Así, la remoción e inactivación de agentes patógenos microbianos en el agua potable es esencial para proteger la salud pública. Por lo tanto, existen tecnologías convencionales que se utilizan para remover y/o inactivar microorganismos patógenos presentes en aguas contaminadas, minimizando la probabilidad de transmisión de enfermedades [1]

**TABLA 1.- TASAS MUNDIALES DE MORBILIDAD Y MORTALIDAD DE LAS ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA**

N°	ENFERMEDAD	NÚMERO/AÑO	
		CASOS DE ENFERMEDADES	DIFUNCIONES
1	Cólera	297,000	4,971
2	Fiebre Tifoidea	500,000	25,000
3	Giardiasis	500,000	bajo
4	Amibiasis	48,000,000	110,000
5	Enfermedades diarreica(niños < 5 años)	1,600,000,000	3,200,000
6	Dracontiasis (gusano de Guinea)	2,600,000	--
7	Esquitosomiasis	200,000,000	200,000

**FUENTE:** Craun & Castro, 1996.

La luz ultravioleta (UV) es una alternativa establecida y de creciente adaptación en reemplazo a químicos empleados para la desinfección de agua, agua residual y de aguas industriales de varias calidades. Los sistemas de desinfección por luz ultravioleta pueden ser diseñados para un rango vasto de aplicaciones siempre que se dé la atención debida a la calidad del agua a ser desinfectada y los objetivos de desinfección buscados. [2]

Dentro del país comienza a ser tendencia el uso de tecnología para desinfección de agua a través de radiación por luz ultravioleta para inactivar agentes patógenos. Estas investigaciones se llevan ya a cabo en nuestro país como la propuesta de investigación del Ingeniero Gabriel Calderón el mismo que planteó y presentó un, “prototipo en línea de un sistema de tratamiento de aguas residuales a base de luz ultravioleta” [3]



### 1.3. JUSTIFICACIÓN

El continuo desarrollo de la sociedad demanda de una mayor cantidad de agua por lo cual se requiere de tratamientos convencionales, técnicos y amigables con el medio ambiente, que lleva a generar sistemas sostenibles. Actualmente se investigan métodos no tradicionales e innovadores los mismos que puedan mitigar el impacto a la salud y a los ecosistemas.

Dentro de nuestro país el mismo que se mantiene en continuo desarrollo, aun se presenta falencias en los servicios básicos por mala aplicación de ley, falta de recursos económicos, difícil acceso a localidades o por decisión cultural, además del uso convencional del cloro como única medida de desinfección.

Las actuales políticas han influenciado en los criterios de los mandantes generando proyectos de calidad y con alta tecnología sin repercusión medio ambiental y priorizando la salud, entendiéndose que el agua es un recurso vital para el desarrollo social por lo que éste, debe tener calidad y satisfacer los requerimientos permanentes. En cuanto a la ley y la política se refiere el Plan Nacional del buen vivir tiene objetivos claros en cuanto a la calidad de vida tales como: Objetivo 3. Mejorar la calidad de vida de la población. [4]

Esto obliga a producir ideas, planes, proyectos, respetuosos de la ley y que originen algo tangible capaz de satisfacer necesidades inminentes, fundamentalmente en el hecho de brindar un servicio básico vital como es el agua.

El estudio del uso de la radiación por luz ultravioleta en tratamiento de aguas para el consumo humano viene siendo estudiada al menos una década en Latinoamérica evidenciando que su uso ayuda a la eliminación de patógenos dañinos para la salud sin alterar las propiedades químicas propias del agua. [5]

Con el propósito de mantener el equilibrio ambiental y brindar seguridad pública se piensa en una solución para una desinfección eficaz adoptando la radiación ultravioleta (UV) como la opción más adecuada de tratamiento en nuestra localidad. [6]

El empleo de radiación ultravioleta (UV) en el proceso de tratamiento de aguas para el consumo humano no altera ni modifica las propiedades químicas propias del agua lo que nos da la factibilidad y viabilidad de desinfección, que respeta el medio ambiente, generando una calidad óptima de este recurso. [5]

Para el presente trabajo experimental se precisa usar el agua que llega para la potabilización a las plantas de tratamiento comunes; esta población de estudio es tomada del Canal Huachi-Pelileo en el sector de Huachi la Libertad

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL:**

Inactivar la contaminación microbiológica producida por la presencia de coliformes en el agua de consumo humano mediante el empleo de radiación ultravioleta.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Generar un Instructivo de uso y especificaciones del prototipo de máquina de radiación ultravioleta.
- Analizar resultados de los estudios comparativos en el decrecimiento de patógenos dentro del agua.
- Proporcionar un prototipo de equipo de radiación Ultravioleta a los laboratorios de hidráulica de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato.

## **2. CAPITULO II. FUNDAMENTACIÓN**

### **2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

En la historia se ha indagado desde la radiación solar hasta lograr la aplicación de la radiación UV, ilustrando lo antes mencionado. En 1878, Downs y Blunt reportaron por primera vez los efectos germicidas de la energía radiante del sol. Sin embargo, las aplicaciones prácticas requirieron el desarrollo de la lámpara de vapor de mercurio como fuente de luz UV artificial en 1901 y el reconocimiento del cuarzo como envoltura ideal de lámpara en 1905. Los primeros intentos experimentales para usar UV como desinfectante del agua se llevaron a cabo en Marsella, Francia, en 1910. Entre 1916 y 1926, se usó UV en los Estados Unidos para la desinfección del agua y para proveer agua potable en los barcos. Sin embargo, el bajo costo de la desinfección del agua con cloro, además de los problemas operativos y de confiabilidad observados en los primeros equipos de desinfección UV retardó el crecimiento de las aplicaciones de UV hasta la década de los 50. [2]

Para sustentar el presente proyecto experimental a más de basar el criterio en el éxito de la radiación UV a través de la historia, también se hace hincapié en el uso de las normativas y leyes vigentes como fundamento legal del proyecto:

- NORMA ECUATORIANA NTE INEN 1 108:2006
- PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR
- NORMA EPA 832-F-99-064 - FOLLETO INFORMATIVO DE TECNOLOGÍA DE AGUAS RESIDUALES

**TABLA 2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

<b>N°</b>	<b>NORMA</b>	<b>SECCIÓN/CAPÍTULO</b>
1	NTE INEN 1:108:2006 AGUA POTABLE. REQUISITOS	3. DEFINICIONES
		5. REQUISITOS
		6. INSPECCIÓN
		7. MÉTODOS DE ENSAYO
2	PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR	OBJETIVO 3: MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN
3	NORMA EPA	EPA 832-F-99-064 FOLLETO INFORMATIVO DE TECNOLOGÍA DE AGUAS RESIDUALES

**ELABORADO POR:** Diego López

## **2.2. HIPÓTESIS**

El uso de la radiación ultravioleta como medio de desinfección en aguas, inactiva la presencia potencial de los coliformes que se encuentran en las mismas.

### **2.2.1. DETALLE DE LA HIPÓTESIS**

Como se ha manifestado anteriormente, las investigaciones base de esta propuesta

Presentan que el blanco principal de la desinfección mediante la luz ultravioleta es el material genético (el ácido nucleico). Los microbios son destruidos por la luz ultravioleta cuando esta penetra a través de la célula y es absorbida por el ácido nucleico [7]

Esto da lugar al estudio de esta investigación y al desarrollo de las siguientes variables a considerar en la hipótesis planteada.

## 2.2.2. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

### A. VARIABLE DEPENDIENTE

#### RADIACIÓN UV

Una de las aplicaciones de los rayos ultravioleta es como forma de esterilización de patógenos



**ELABORADO POR:** Diego López

### B. VARIABLE INDEPENDIENTE

#### INACTIVACIÓN DE COLIFORMES

La erradicación de la presencia de los coliformes en el agua tiene como fin: eludir la extensión de la enfermedad y resguardar los abastecimientos de agua apta para el consumo humano.



**ELABORADO POR:** Diego López

### 3. CAPITULO III. METODOLOGÍA

#### 3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los principales tipos de investigación son:

- Exploratoria → primer acercamiento científico a un problema.
  - ✓ no ha sido abordado
  - ✓ no ha sido suficientemente estudiado
- Descriptiva → se desea describir:
  - ✓ componentes principales
  - ✓ una realidad
- Correlacional → estudio que persigue medir relación existente entre:
  - ✓ dos o más conceptos
  - ✓ dos o más variables
- Explicativa → no sólo persigue describir o acercarse a un problema
  - ✓ intenta encontrar las causas del mismo

En virtud de las conceptualizaciones de tipos de investigaciones, el presente trabajo responde a la investigación de tipo EXPLORATORIO.

- **Exploratorio:** el presente tema de investigación será de este tipo, puesto que, es un tema no profundizado, novedoso, el mismo que requerirá de ensayos de laboratorio para determinar la fiabilidad de este método en el proceso de tratamiento de agua para el consumo humano inactivando patógenos dañinos para los seres vivos.

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.2.1. POBLACIÓN:

La población será un conjunto de mediciones, es decir 10 contenedores de 200 ml de agua con presencia de coliformes, tomados del sector Huachi San Francisco del Canal Huachi - Pelileo

#### 3.2.2. MUESTRA:

La muestra se tomará en forma de colección generando los análisis necesarios para verificar la hipótesis de esta investigación, entendiéndolo mejor, la recopilación comprenderá de: muestras tomadas a las 12 am en el sector de Huachi San Francisco del Canal Huachi Pelileo en el lapso del 1 de Agosto al 5 de Agosto, dos muestras por día obteniendo un total de 2000 ml en la semana que se analizará el agua del sector.

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**TABLA 3.- VARIABLE DEPENDIENTE**

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍTEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<b>RADIACIÓN UV.-</b> La desinfección UV es un proceso físico que contrarresta la presencia de microorganismos de manera efectiva.	PROCESO PARA APLICAR RADIACIÓN UV	Tiempo de aplicación de radiación – Cantidad de agua tratada.	¿Cómo debe aplicarse la radiación UV?	Bibliográfica – folletos
	EQUIPO PARA DESINFECCIÓN UV	Partes que conforman el equipo purificador	¿Cómo se emplea el sistema purificador?	Equipo purificador
	PARÁMETROS ESPERADOS	Tablas con cantidades permisibles y aptas del agua procesada	¿Qué cantidades se espera del tratamiento al agua?	Bibliográfica – folletos

**ELABORADO POR:** Diego López

**TABLA 4.- VARIABLE INDEPENDIENTE**

<b>CONCEPTUALIZACIÓN</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ÍTEM</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>
<b>INACTIVACIÓN DE COLIFORMES.-</b>  La erradicación de la presencia de los coliformes en el agua tiene como fin: eludir la extensión de la enfermedad y resguardar los abastecimientos de agua apta para el consumo humano.	TIPOS DE COLIFORMES	Tipos de coliformes presentes en aguas contaminadas	¿Qué tipos de coliformes están presentes en el agua?	Bibliográfica – libros  Linkográfica
	PROCESO DE INACTIVACIÓN DE COLIFORMES	¿La radiación UV es un proceso efectivo para inactivar a los coliformes?	¿Qué logrará la radiación UV en el proceso de purificación del agua?	Ensayos de laboratorio
	REQUISITOS A CUMPLIR →AGUA PARA CONSUMO	Parámetros mínimos de cumplimiento de calidad del agua	¿Cuáles son los parámetros mínimos para que el agua sea consumible?	NTE INEN 1:108:2006.- AGUA POTABLE. REQUISITOS

**ELABORADO POR:** Diego López



### 3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

**TABLA 5.- PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO EN SEMANAS							
		JULIO				AGOSTO			
		03 AL 09	10 AL 16	17 AL 23	24 AL 30	01 AL 06	07 AL 13	14 AL 20	21 AL 27
1	Búsqueda Bibliográfica del uso de la radiación UV para desinfección	■							
2	Búsqueda Bibliográfica de las partes necesarias a emplearse en la conformación el prototipo	■							
3	Búsqueda Bibliográfica del modo de radiación adecuada a emplearse	■							
4	Reconocimiento de la zona que servirá como proveedora de la población		■						
5	Toma de muestras para realización de estudios de laboratorio					■			
6	Ensayos de laboratorio para determinación de cantidad de patógenos presentes en el agua						■		
7	Uso de máquina purificadora					■			
8	Ensayos de laboratorio para determinación de cantidad de patógenos presentes en el agua tras aplicación de radiación						■		

**ELABORADO POR:** Diego López

### 3.5. PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

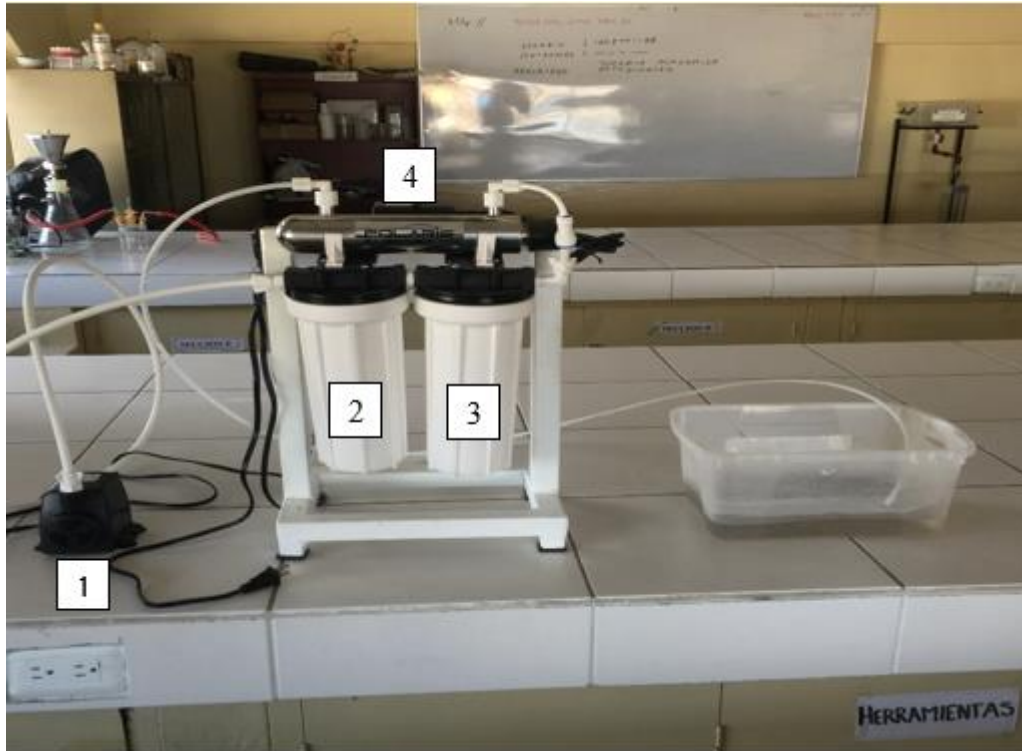
**TABLA 6.- PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO EN SEMANAS							
		JULIO				AGOSTO			
		03 AL 09	10 AL 16	17 AL 23	24 AL 30	01 AL 06	07 AL 13	14 AL 20	21 AL 27
1	Análisis del uso de radiación UV en desinfección de aguas hasta la actualidad								
							■		
2	Análisis de la configuración óptima del prototipo de la máquina purificadora								
							■		
3	Análisis de folletos informativos y la capacidad de desinfección de la radiación UV								
							■		
4	Análisis de la calidad de agua que existe actualmente en la zona de donde se toma la muestra								
								■	
5	Análisis del cuadro de resultados del ensayo de laboratorio aplicado a muestras no tratadas								
								■	
6	Análisis del cuadro de resultados del ensayo de laboratorio aplicado a muestras tratadas								
									■

**ELABORADO POR:** Diego López

### 3.6. INSTRUCTIVO DE USO Y ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINA DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA.

#### 3.6.1. PARTES DEL PROTOTIPO



*GRÁFICO 1.- Prototipo de Maquina De Radiación UV*

- 1: Bomba sumergible AQUA30W
- 2: Porta Cartucho y Filtro de sedimentación
- 3: Porta Cartucho y Filtro de Carbón Activo
- 4: Cámara de Radiación Ultravioleta

### 3.6.2. INSTRUCTIVO DE USO

#### DEFINICIÓN

La luz UV no altera las propiedades del agua es decir la estructura del fluido a tratado, a diferencia de las técnicas de desinfección química, la radiación UV ofrece un proceso de purificación seguro, efectivo y comprobado.

#### APLICACIONES

La radiación ultravioleta se la puede usar en varias áreas y aspectos en un ámbito general, a continuación un listado en la cual se emplea la radiación UV:

- Agua entubada/canalizada
- Aguas Residuales
- Cervecera
- Farmacéutica
- Vinícola
- Electrónica
- Enlatado
- Acuicultura
- Alimenticia
- Impresión
- Destilería
- Petroquímica
- Marina
- Cosmética
- Restaurantera
- Embotelladora

## **VENTAJAS DEL USO DE LUZ ULTRAVIOLETA**

- ✓ Es un tratamiento físico libre del uso de productos químicos peligrosos.
- ✓ No altera ni cambia las propiedades del agua tratada.
- ✓ No hay efectos negativos ni peligro de sobredosificación.
- ✓ El mantenimiento y limpieza del sistema es simple ya que no requiere de un conocimiento tecnificado.
- ✓ Es apta para distintos usos: consumo humano, industria alimentaria, procesos industriales, laboratorios, agricultura, etc.
- ✓ Su función es compatible con distintos procesos, comúnmente con el tratamiento con ozono.

## **FUNCIONAMIENTO**

La generación artificial de la luz UV se realiza a través de un emisor (lámpara) de cuarzo puro, el cual contiene un gas inerte que es el encargado de proveer la descarga inicial, y conforme se incrementa la energía eléctrica, el calor producido por el emisor también aumenta junto con la presión interna del gas, lo cual genera la excitación de electrones que se desplazan a través de las diferentes líneas de longitud de onda, produciendo la luz UV. Una descarga de presión baja produce un espectro a 185 y 253.7 nm. Los emisores de luz UV de presión media producen radiación multionda, es decir, diferentes longitudes de onda de diversa intensidad a través del espectro UV-C (200-300 nm). [8]

---

## **EFECTOS BIOLÓGICOS**

La propiedad que tiene el ADN, presente en el núcleo de las moléculas de todos los microorganismos (bacteria, virus, hongos y quistes) de absorber la radiación UV produce el efecto de rompimiento de las cadenas de los aminoácidos de proteínas, causando una disrupción metabólica afectando su mecanismo reproductivo y logrando así su inactivación, eliminando sus propiedades para producir enfermedades y de crecimiento microbiológico. Uno de los principales beneficios al aplicar luz UV con propósitos de desinfección es que no se utilizan ningún tipo de químico para ello. [8]



---

## **ASPECTOS TÉCNICOS**

Los principales aspectos que deben tomarse en cuenta para seleccionar un sistema de desinfección de agua con luz UV son:

- ✓ Tipo o calidad de agua (agua deionizada, agua potable, agua residual tratada, etc.)
- ✓ Flujo de agua
- ✓ Porcentaje de Transmitancia (%T10), la cual considera las impurezas presentes en el agua capaces de absorber y/o reflejar la radiación UV.
- ✓ Concentración de Hierro
- ✓ Concentración de Manganeseo
- ✓ Tipo y concentración de microorganismos
- ✓ Reducción deseada
- ✓ Dosis de luz UV ( $\text{mWs/cm}^2$ ), considerada como la Intensidad de luz ( $\text{mW/cm}^2$ ) multiplicada por el Tiempo de residencia (segundos) [8]

### 3.6.3. ESPECIFICACIONES DEL PROTOTIPO

<b>1: BOMBA SUMERGIBLE AQUA30W</b>	
	
<b>Modelo :</b> AQUA30W <b>Altura Máxima (m) :</b> 1.95 <b>Flujo Máximo (l/min) :</b> 23	<b>Potencia (watts):</b> 30 <b>Voltaje (Hz):</b> 127~60
<b>DESCRIPCIÓN:</b> <p>Una bomba sumergible es una máquina que transforma la energía en movimiento del fluido. Se encarga de abastecer constantemente los filtros del prototipo del agua a ser tratada, el diámetro de la descarga de la boquilla es de ½ (plg) 12.7mm. Bombea 6 gl/min necesario para el funcionamiento del prototipo ya que la cámara de radiación es la que regula el caudal final del prototipo y esta emite 2gl/min, la bomba debe mantener abasteciendo 3 veces esta cantidad por la presencia de los dos filtros antes de la cámara de radiación.</p>	

## 2: PORTA CARTUCHO Y FILTRO DE RETENCIÓN



### FILTRO DE RETENCIÓN

**Modelo :** DGD-5005

**Dimensiones(mm):** 114 x 251

**Tamaño máximo de Partículas Retenidas (micras):** 5 micras (micrómetros)

**Presión Inicial e Índice de Flujo:**

<1psi @ 10 gpm ; < 0.1bar @ 38 lpm

### PORTA CARTUCHO

**Marca:** PENTAIR

**Dimensiones(mm):** 118 x 308

**Presión Inicial e Índice de Flujo:**

2psi @ 5gpm ; 0.14bar @ 19 Lpm

### DESCRIPCIÓN:

El filtro de retención actúa como una pantalla en la cual remueve exclusivamente sedimentos en el agua por lo tanto no reduce la cantidad de químicos o metales que se encuentren dentro del agua en estudio.

El tamaño de este filtro es de 114x251mm teniendo un índice de flujo de 10 gl/min necesarios para el correcto funcionamiento de la cámara de radiación, Existe en el mercado de mayores dimensiones esto depende del índice de flujo que se requiere.

### DESCRIPCIÓN:

La función del Porta Cartucho es almacenar el agua y los filtros a emplearse en el prototipo, Puede almacenar 1 litro de agua cada Porta Cartucho.

El tamaño del porta cartuchos es de 118x308 mm teniendo un índice de flujo de 5 gl/min necesario para el correcto funcionamiento del filtro que va a albergar.



### 3: PORTA CARTUCHO Y FILTRO DE CARBÓN ACTIVO



#### FILTRO DE CARBÓN ACTIVO

**Modelo EP-BB**

**Dimensiones(mm):** 114 x 251

**Tamaño máximo de Partículas**

**Retenidas (micras):** 5 micras  
(micrómetros)

**Presión Inicial e Índice de Flujo:**

2psi @ 2 gpm ; <0.14bar @ 7,6 lp

**Reducción del sabor y olor del cloro a índice de flujo:**

>22.000 galones a 2,0 gpm

(>83.279 l a 7,6 lpm

#### PORTA CARTUCHO

**Marca: PENTAIR**

**Dimensiones(mm):** 118 x 308

**Presión Inicial e Índice de Flujo:**

2psi @ 5gpm ; 0.14bar @ 19 Lpm

#### DESCRIPCIÓN:

El filtro de Carbón Activo trabaja como un tamiz extrayendo los materiales pesados que se encuentran dentro del agua, este es un proceso que se basa en la atracción de moléculas pesadas a una superficie sólida, también tiene la característica de trabajar como un imán de moléculas dañinas para la salud como es el cloro reteniéndolas del fluido y permitiendo el paso de agua libre de metales dañinos.

El tamaño de este filtro es de 114x251mm teniendo un índice de flujo de 2 gl/min necesarios para el correcto funcionamiento de la cámara de radiación, Existe en el mercado de mayores dimensiones esto depende del índice de flujo que se requiere.

#### DESCRIPCIÓN:

La función del Porta Cartucho es almacenar el agua y los filtros a emplearse en el prototipo, Puede almacenar 1 litro de agua cada Porta Cartucho.

El tamaño del porta cartuchos es de 118x308 mm teniendo un índice de flujo de 5 gl/min necesario para el correcto funcionamiento del filtro que va a albergar.

#### 4: CÁMARA DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA



**Modelo :** Polaris UV – 2C  
**Dimensiones(plg):** 13,74 x 2,5  
**Índice de Flujo:** 2gpm  
**Conexión :** ¼ Plg  
**Consumo de energía /bulbos:** 14W  
**Vida Util (horas):** 9000  
**Número de Lámparas:** 1  
**Presión Máxima :** 125 PSI  
**Longitud de Onda(nanómetros):** 254

**Presión Inicial e Índice de Flujo:**  
2psi @ 2 gpm ; <0.14bar @ 7,6 lp  
**Reducción del sabor y olor del cloro a índice de flujo:**  
>22.000 galones a 2,0 gpm  
(>83.279 l a 7,6 lpm)

#### **DESCRIPCIÓN:**

La cámara de radiación ultravioleta funciona mediante iluminación del flujo de agua con una lámpara de silicio cuarzo, esta lámpara emite una longitud de onda de 254 nanómetros y el principio de la desinfección mediante la luz ultravioleta es el material genético (el ácido nucleico). Los microbios son destruidos por la luz ultravioleta cuando esta penetra a través de la célula y es absorbida por el ácido nucleico.

Esta radiación no altera las propiedades químicas del agua, al contrario de las técnicas de desinfección química, las mismas que usan sustancias peligrosas y dañinas para el ser humano. Evidenciando un proceso de desinfección limpio, seguro, y efectivo.

Esta cámara de radiación emite 2gl/min de agua apta para el consumo humano después de haber pasado por procesos de retención y carbón activo evidenciando la fulminación de microorganismos dentro del agua.

### 3.7. COSTO DEL PROTOTIPO

El prototipo de purificación de agua por medio de radiación Ultravioleta donado a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato está avaluado en:

**TABLA 7.- COSTO DEL PROTOTIPO**

#	Componente	Numero	Precio Unitario	Total
1	Bomba Sumergible	1	49.00	49.00
2	Porta Cartuchos	2	60.00	120.00
3	Filtro de Retención	1	30.00	30.00
4	Filtro de Carbón Activo	1	50.00	50.00
5	Mangueras	2	4.50	8.00
6	Cámara de Radiación	1	340.00	340.00
			Total	597.00

El Costo total del prototipo es de quinientos noventa y siete dólares (\$597.00)

## 4. CAPÍTULO IV.

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS.

- **CONCEPTUALIZACIÓN**


COLIFORMES TOTALES.- Son bacterias considerablemente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales.


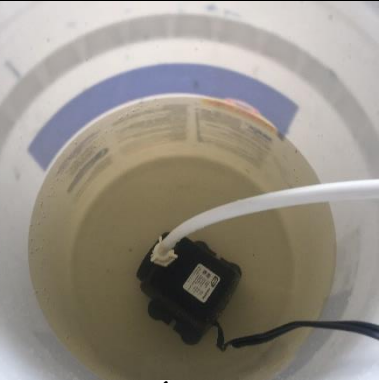

COLIFORMES FECALES.- Son bacterias de origen intestinal, se introducen dentro del medio ambiente por medio de las heces de humanos y animales





- **ESQUEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PURIFICACIÓN DEL AGUA**



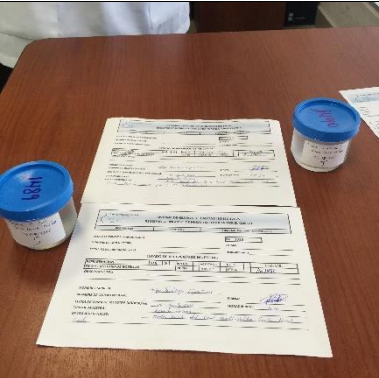
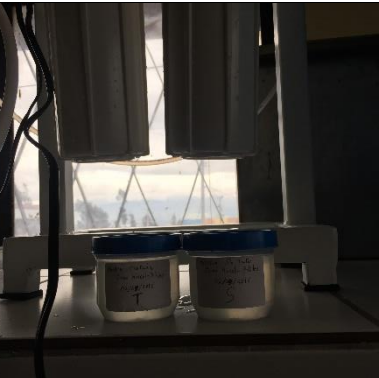


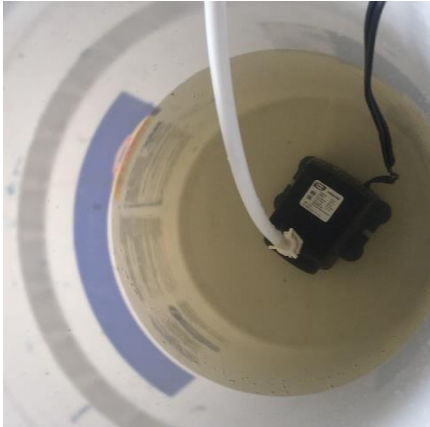
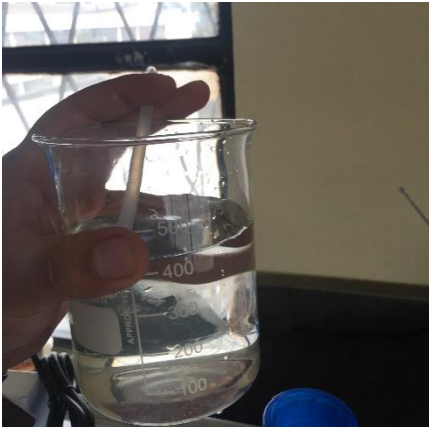
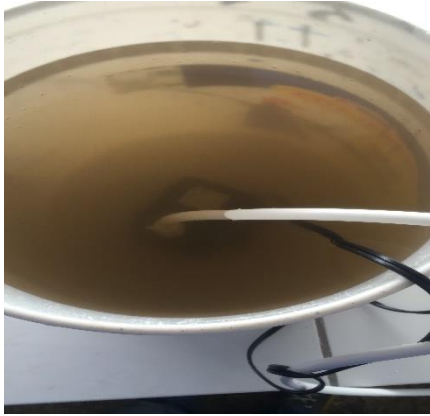

**TABLA 8.- TABLA DE PROCESO DE MUESTREO**

No.	ACTIVIDAD	RESPALDO FOTOGRÁFICO
1	Toma de muestras para estudios de presencia y ausencia de coliformes del sector Huachi Grande del canal Huachi Pelileo. Muestra tomada durante 5 días seguidos a las 12:00.	 <p style="text-align: center;"><b>GRÁFICO 2</b></p>

2	Traslado de muestras al laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	 <p style="text-align: center;"><b>GRÁFICO 3</b></p>
3	Colocación de la muestra en un contenedor abierto para introducción de bomba sumergible.	 <p style="text-align: center;"><b>GRÁFICO 4</b></p>
4	Toma de primera muestra sin tratar	 <p style="text-align: center;"><b>GRÁFICO 5</b></p>

5	Encendido de máquina y generación de proceso purificador de la muestra de agua, cruzando por los filtros de retención y de carbón activo previo a la radiación ultravioleta	 <p style="text-align: center;"><b>GRÁFICO 6</b></p>
6	Comprobación de la salida del agua purificada	 <p style="text-align: center;"><b>GRÁFICO 7</b></p>
7	Toma de muestras de agua tratada	 <p style="text-align: center;"><b>GRÁFICO 8</b></p>
8	Apagado y limpieza del equipo de purificación, del filtro de retención.	 <p style="text-align: center;"><b>GRÁFICO 9</b></p>

9	Limpieza del equipo de purificación, del filtro de carbón activo	 <p><b>GRÁFICO 10</b></p>
10	Limpieza final del equipo con agua limpia. Esto se lo realiza con la maquina nuevamente en funcionamiento, para la limpieza de la cámara de radiación.	 <p><b>GRÁFICO 11</b></p>
11	Traslado de muestras al laboratorio para el conteo de NMP de Coliformes presentes en las muestras	 <p><b>GRÁFICO 12</b></p>
12	Este proceso se repitió durante 5 días seguidos, bajo la misma secuencia antes descrita.	 <p><b>GRÁFICO 13</b></p>

<p>13</p>	 <p><b>GRÁFICO 14</b></p> <p>Agua cruda del canal Huachi-Pelileo antes del proceso de desinfección por Radiación Uv.</p>	 <p><b>GRÁFICO 15</b></p> <p>Agua final tratada por el proceso de Radiación Uv.</p>
<p>14</p>	 <p><b>GRÁFICO 16</b></p> <p>Agua cruda del Canal Huachi – Pelileo Tomada el siguiente día de haber llovido se presencia la alta cantidad de sedimentos y turbiedad en el agua .</p>	 <p><b>GRÁFICO 17</b></p> <p>Agua final tratada por el proceso de radiacion Uv de la muestra con alto contenido de sedimentos y turbiedad.</p>

**ELABORADO POR:** Diego López



## 4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- **MÉTODO DE DESINFECCIÓN POR RADIACIÓN UV**

De todos los métodos de desinfección actual, la luz ultravioleta (UV) es el más eficiente y seguro. Más aún, su acción germicida se realiza en segundos o en fracciones de éstos, además es ambientalmente el método más adecuado. La luz UV se produce naturalmente dentro del espectro electromagnético de las radiaciones solares en el rango comprendido entre 200 y 300 nanómetros (nm) conocido como UV-C, el cual resulta letal para los microorganismos. [9]

- **AGUA SIN TRATAR**

El concepto de agua sin tratar en este estudio se refiere al agua obtenida en el Canal Huachi-Pelileo que no ha pasado por ningún tipo de tratamiento de desinfección ni purificación.

Esta agua fue tomada en el mes de Agosto durante cinco días empezando el primero de Agosto y culminando el 5 de Agosto del 2016 , todas estas muestras fueron tomadas al medio día 12:00

- **AGUA TRATADA**

El concepto de agua tratada en este estudio se refiere al agua obtenida en el Canal Huachi-Pelileo la misma que ha sido sometida al proceso de desinfección con radiación ultravioleta en los laboratorios de Química de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para finalmente obtener una muestra libre de coliformes fecales y totales.

- **AGUA FILTRADA**

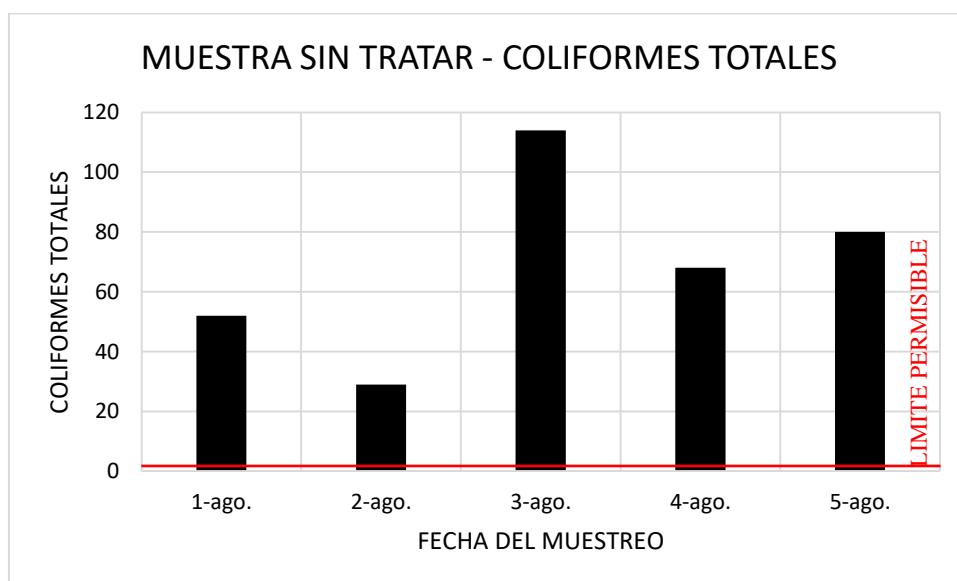
El concepto de Agua Filtrada en este estudio se refiere al agua obtenida en el Canal Huachi-Pelileo, la misma que ha sido sometida al proceso de filtración previo al ingreso a la cámara de radiación ultravioleta, en los laboratorios de Química de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato

**TABLA 9.- COLIFORMES TOTALES – MUESTRA SIN TRATAR**

N o	FECHA DE MUESTRE O	PARÁMETR O	UNIDA D	RESULTAD O	MÉTOD O	OBSERVACIONE S
1	01/08/16	Coliformes totales	UFC/100	52.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	
2	02/08/16	Coliformes	UFC/100	29.00	PRO TEC	

		totales			035 / AOAC 991.14	
3	03/08/16	Coliformes totales	UFC/100	114.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	
4	04/08/16	Coliformes totales	UFC/100	68.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	
5	05/08/16	Coliformes totales	UFC/100	80.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	

**ELABORADO POR:** Diego López



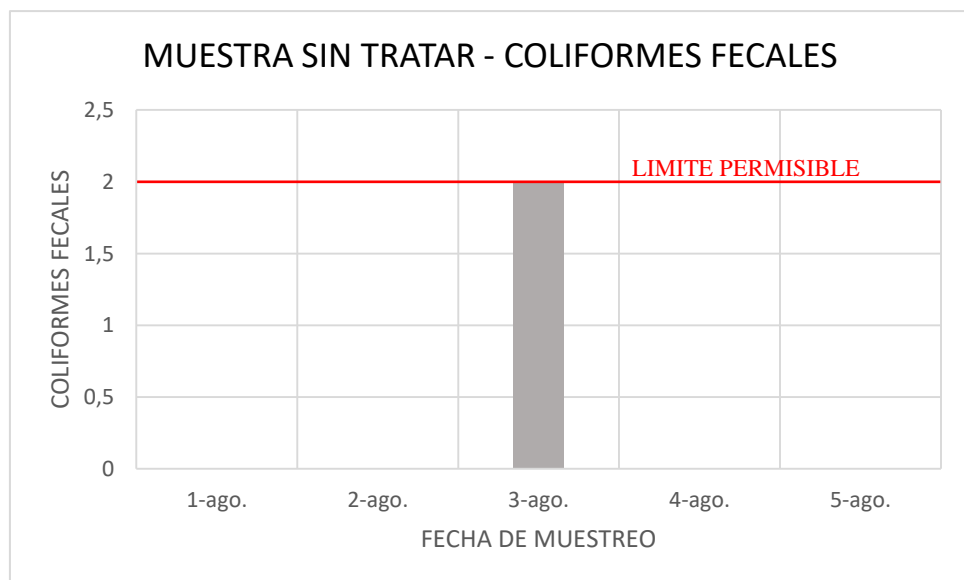
*GRÁFICO 18.- PRESENCIA DE COLIFORMES TOTALES*

**ELABORADO POR:** Diego López

**TABLA 10.- COLIFORMES FECALES – MUESTRA SIN TRATAR**

No	FECHA DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	OBSERVACIONES
1	01/08/16	Coliformes fecales	NMP/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	
2	03/08/16	Coliformes fecales	NMP/100ml	2.00	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	
3	05/08/16	Coliformes fecales	NMP/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	

**ELABORADO POR:** Diego López



**GRÁFICO 19.- PRESENCIA DE COLIFORMES FECALES**

**ELABORADO POR:** Diego López

Las tablas 9 y 10 presentan los resultados del agua captada en el canal Huachi - Pelileo sector Huachi Grande, las muestras para analizar este trabajo experimental fueron tomadas en la semana del 01 de Agosto al 05 de Agosto entre las 12:00 y la 1:00 pm, las mismas que fueron analizadas en el laboratorio Lacquanálisis S.A. evidenciando la presencia de Coliformes totales y fecales en este tipo de aguas.

Obteniendo resultados para coliformes totales:

- 01 de Agosto de 2016 una cantidad de 52 UFC/100ml.
- 02 de Agosto de 2016 una cantidad de 29 UFC/100ml.
- 03 de Agosto de 2016 una cantidad de 114 UFC/100ml.
- 04 de Agosto de 2016 una cantidad de 68 UFC/100ml.
- 05 de Agosto de 2016 una cantidad de 80 UFC/100ml.

Entendiéndose que la mayor cantidad de Coliformes el día miércoles 03 de Agosto debido a las condiciones climatológicas específicamente lluvia la noche anterior puesto que hubo mayor cantidad de sedimentos en el canal provocando una creciente en la unidad formadora de colonias de Coliformes.

Como resultado de coliformes fecales:

- 01 de Agosto de 2016 una ausencia.
- 03 de Agosto de 2016 una cantidad de 2 NMP/100ml.
- 05 de Agosto de 2016 una ausencia.

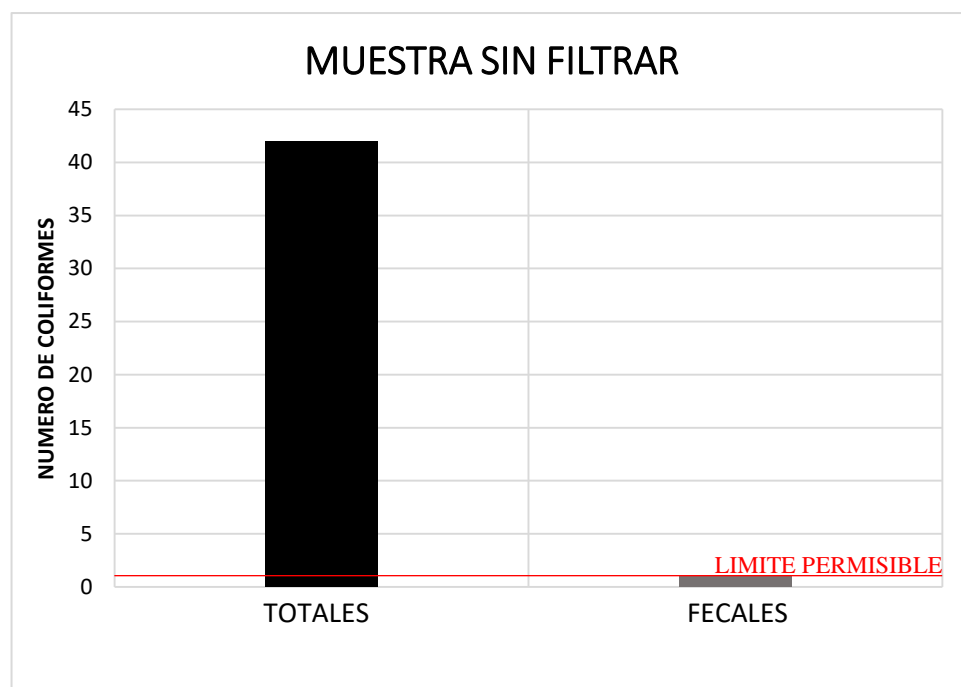
Los coliformes fecales no se encuentran en gran cantidad como los coliformes totales, sin embargo este tipo de coliformes son más perjudiciales para la salud a pesar de su cantidad mínima

**TABLA 11-. COLIFORMES – MUESTRA SIN FILTRAR**

No	FECHA DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	OBSERVACIONES
<b>COLIFORMES TOTALES</b>						
1	17/01/17	Coliformes totales	NMP/100	50.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	
<b>COLIFORMES FECALES</b>						
2	17/01/17	Coliformes Fecales	NMP/100	2.00	PRO TEC 036 /	

					AOAC 991.14	
--	--	--	--	--	----------------	--

**ELABORADO POR:** Diego López



*GRÁFICO 20.- COLIFORMES EN MUESTRA SIN FILTRAR*

**ELABORADO POR:** Diego López

**TABLA 12.- COLIFORMES – MUESTRA FILTRADA**

No	FECHA DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	OBSERVACIONES
<b>COLIFORMES TOTALES</b>						
1	17/01/17	Coliformes totales	NMP/100	42.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	
<b>COLIFORMES FECALES</b>						
2	17/01/17	Coliformes Fecales	NMP/100	1.00	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	

**ELABORADO POR:** Diego López

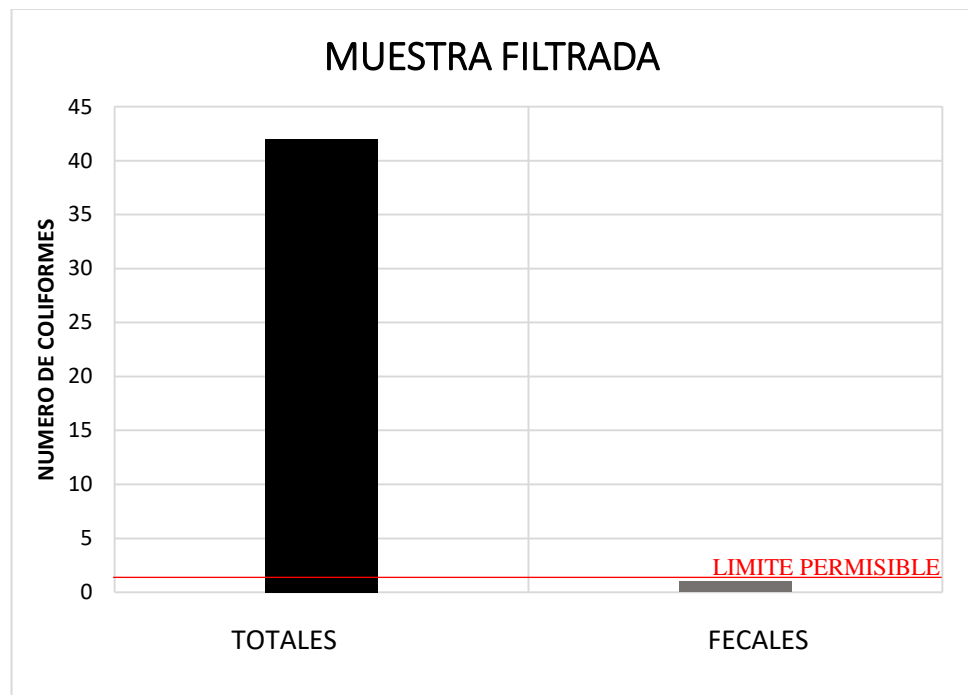


GRÁFICO 21.- COLIFORMES EN MUESTRA FILTRADA

**ELABORADO POR:** Diego López

Las tablas 11 y 12 presentan los resultados del agua captada en el canal Huachi - Pelileo sector Huachi Grande, el día 17 de Enero del 2017 como estudio adicional en el cual se demuestra que el agua en estudio contiene coliformes fecales y totales al igual que el agua procesada solo por los filtros de retención y carbón activo obteniendo los siguientes resultados.

Coliformes Totales

- 17 de Enero del 2017 una cantidad de 50 UFC/100ml.
- 17 de Enero del 2017 una cantidad de 42 UFC/100ml.

Coliformes Fecales

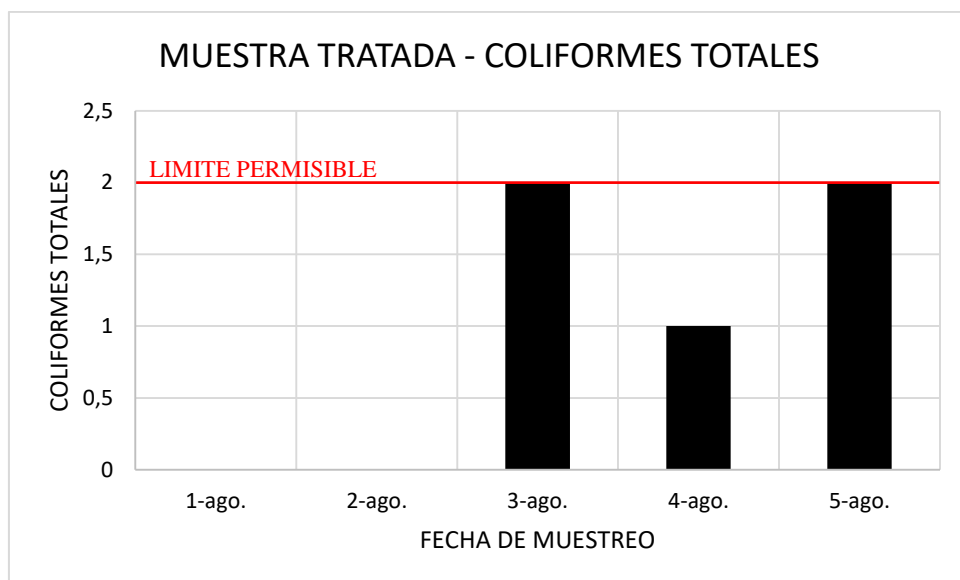
- 17 de Enero del 2017 una cantidad de 2 UFC/100ml.
- 17 de Enero del 2017 una cantidad de 1 UFC/100ml.

Estos resultados evidencian que el uso de filtros en el prototipo de purificación no elimina microorganismos sino que retienen impurezas y metales no deseados para que el agua sea apta para el consumo humano.

**TABLA 13.- COLIFORMES TOTALES – MUESTRA TRATADA**

No	FECHA DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	OBSERVACIONES
1	01/08/16	Coliformes totales	UFC/100	Ausencia	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	
2	02/08/16	Coliformes totales	UFC/100	Ausencia	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	
3	03/08/16	Coliformes totales	UFC/100	2.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	Los coliformes totales no se han eliminado completamente puesto que la muestra es de una agua turbia lo que hace que no exista una sedimentación óptima, debido a presencia de lluvia en la noche anterior a la toma de muestra
4	04/08/16	Coliformes totales	UFC/100	1.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	
5	05/08/16	Coliformes totales	UFC/100	2.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	

**ELABORADO POR:** Diego López



*GRÁFICO 22.- PRESENCIA DE COLIFORMES TOTALES*

**ELABORADO POR:** Diego López

**TABLA 14.- COLIFORMES FECALES – MUESTRA TRATADA**

No	FECHA DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	OBSERVACIONES
1	01/08/16	Coliformes fecales	Nmp/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	
2	03/08/16	Coliformes fecales	Nmp/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	
3	05/08/16	Coliformes fecales	Nmp/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	

**ELABORADO POR:** Diego López



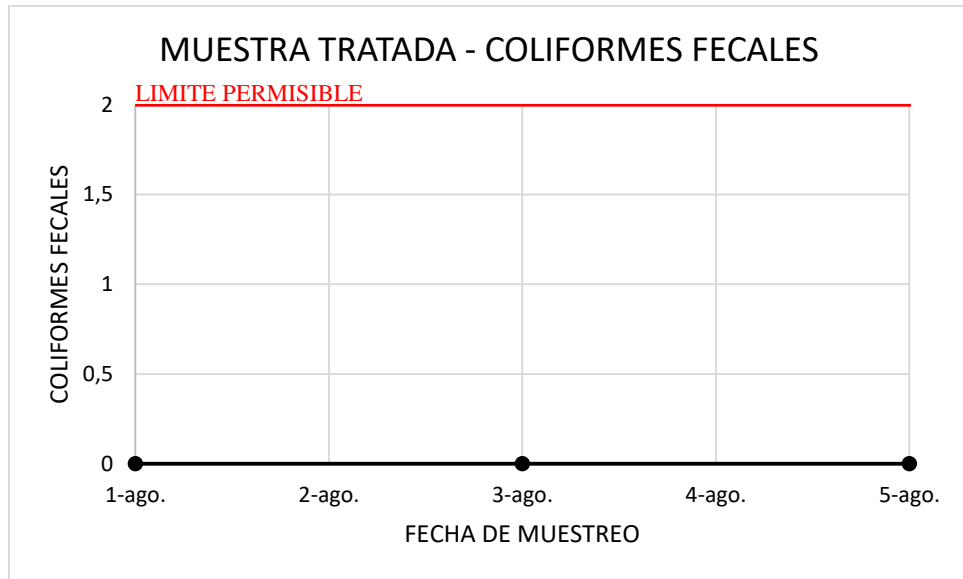


GRÁFICO 23.- PRESENCIA DE COLIFORMES FECALES

**ELABORADO POR:** Diego López

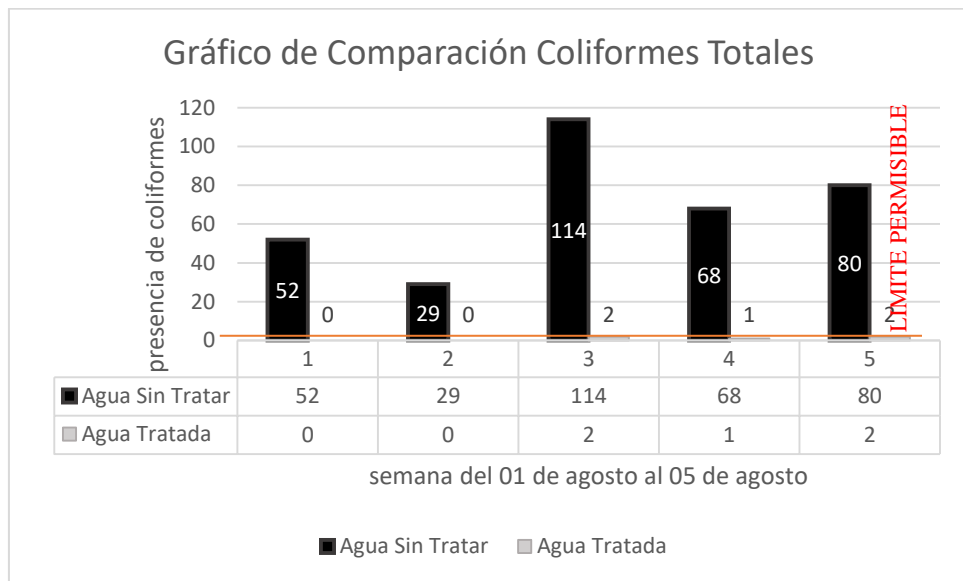
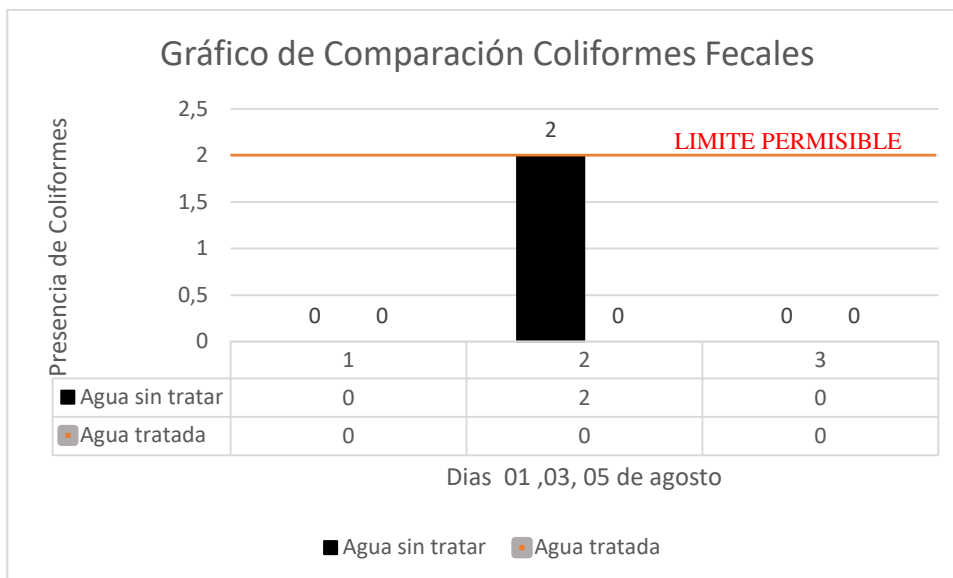


GRÁFICO 24.- Comparación de Presencia de Coliformes Totales

**ELABORADO POR:** Diego López



*GRÁFICO 25.- Comparación de presencia de Coliformes Fecales*

**ELABORADO POR:** Diego López

Las tablas 13 y 14 muestran resultados del agua captada en el canal Huachi - Pelileo sector Huachi Grande , las que fueron obtenidas en la semana del 01 de Agosto al 05 de Agosto entre las 12:00 y la 1:00 pm , las mismas que fueron tratadas en el laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato mediante el uso del sistema purificador con Radiación Ultravioleta y posteriormente analizadas en el laboratorio Lacquanálisis S.A. Evidenciando la Inactivación de Coliformes totales y fecales casi en su totalidad .

Obteniendo resultados para coliformes totales:

- 01 de Agosto de 2016 una ausencia.
- 02 de Agosto de 2016 una ausencia.
- 03 de Agosto de 2016 una cantidad de 2 UFC/100ml.
- 04 de Agosto de 2016 una cantidad de 1 UFC/100ml.
- 05 de Agosto de 2016 una cantidad de 2 UFC/100ml.

Como resultado de coliformes fecales:

- 01 de Agosto de 2016 una ausencia.
- 03 de Agosto de 2016 una ausencia.
- 05 de Agosto de 2016 una ausencia.

Los Coliformes Fecales por presentarse en menor cantidad en las muestras, fueron inactivados en su totalidad.

Los Coliformes Totales en los dos primeros días fueron inactivados en su totalidad sin embargo la noche que hubo presencia de lluvia por ser el canal Huachi – Pelileo un canal abierto los sedimentos se acarrean al mismo con mayor facilidad obteniendo mayores sedimentos en el proceso de tratado del agua .Esto causa que los microorganismos encuentren un refugio para protegerse de la luz ultravioleta la misma que alterando su ADN los eliminaría, sin embargo la cantidad que se mantiene en el agua tratada es mínima haciendo que los resultados satisfagan a los parámetros de la norma NTE INEN 1 108:2006

***TABLA 15.-COMPARACIÓN FINAL DEL ESTUDIO***

Tipo de Coliformes	Muestra Sin Tratar (1)	Muestra Filtrada (2)	Muestra Tratada (3)
Coliformes Totales	68.6	42.0	1.0
Coliformes Fecales	0.66	1	0

**ELABORADO POR:** Diego López

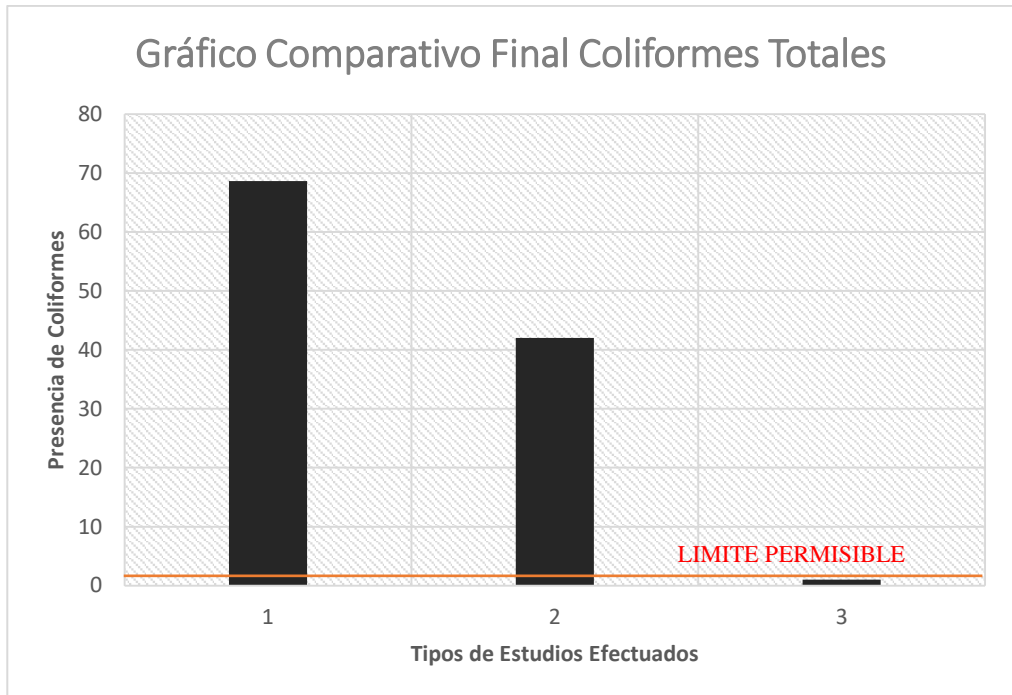


GRÁFICO 26.- Gráfico Comparativo Final Coliformes Totales

ELABORADO POR: Diego López

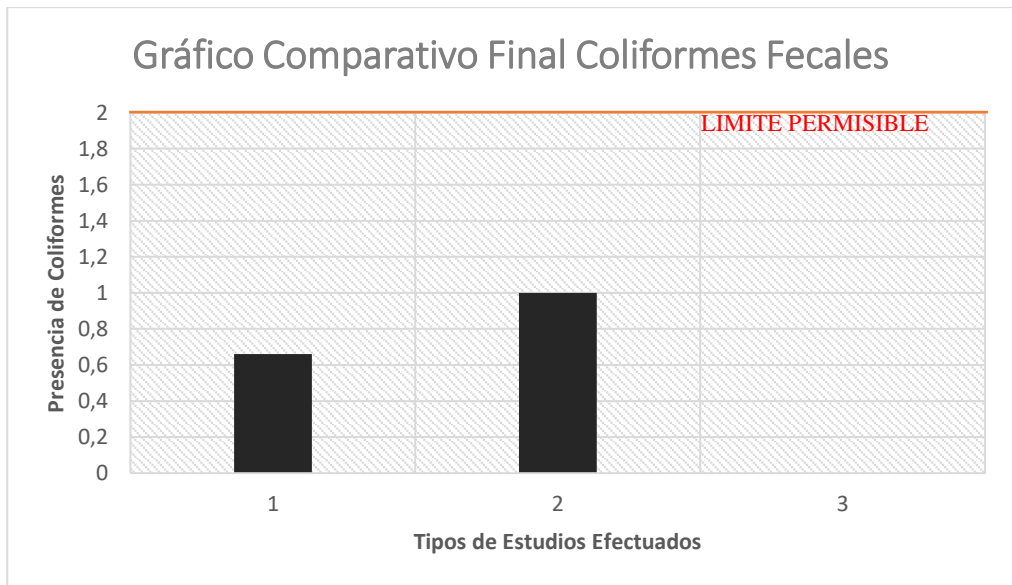


GRÁFICO 27.- Gráfico Comparativo Final Coliformes Fecales

ELABORADO POR: Diego López

## EFFECTIVIDAD DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

La generación artificial de la luz UV se realiza por medio de una lámpara de cuarzo puro y un gas inerte , conforme se incrementa la energía eléctrica, el calor producido por la lámpara también aumenta junto con la presión interna del gas, produciendo la luz UV. El prototipo presentado en el actual trabajo de experimentación, la lámpara UV produce un espectro de onda de 254 nanómetros

El ADN, o ácido desoxirribonucleico, contiene las instrucciones genéticas de las células vivas. Toda Célula viva debe tener ADN intacto para funcionar correctamente.

Una de las propiedades internas que tiene el ADN, presente en el núcleo de las moléculas de todos los microorganismos es de absorber la radiación UV produciendo el efecto de rompimiento de las cadenas de los aminoácidos de proteínas, causando una alteración metabólica afectando su sistema reproductivo y logrando así su inactivación, eliminando sus propiedades para producir enfermedades y su capacidad de reproducción y formación de nuevas colonias.

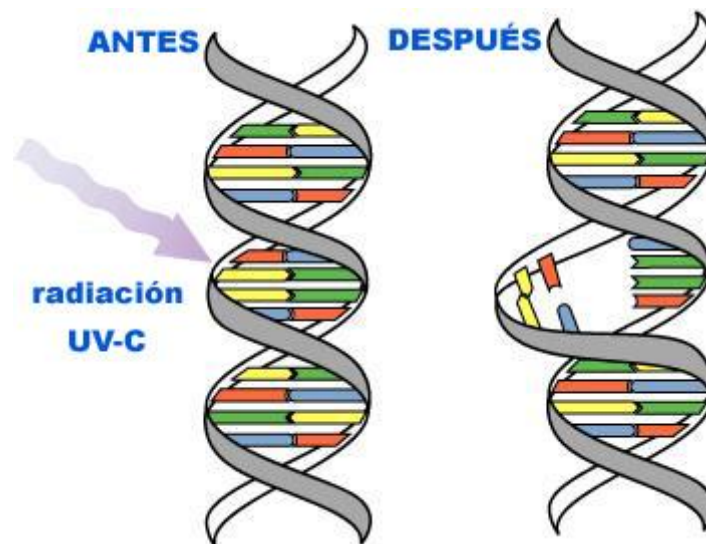


GRÁFICO 28.- RADIACIÓN UV EN ADN

**Fuente:** Josep 2009 (Artículo publicado en la web)

En virtud de los resultados obtenidos en este trabajo experimental se evidencia la Inactivación de microorganismos (Coliformes Totales y Fecales) al demostrar

que el método de desinfección por radiación ultra violeta es efectivo y cumple los parámetros especificados por la norma NTE INEN 1 108:2006.

### **4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

En consideración a los ensayos realizados a las muestras de agua tratada en el laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato y Lacquanálisis S.A. laboratorio especializado en ensayos para medir la calidad del Agua, después del procesamiento de datos obtenidos del agua sin tratar y tratada evidencian el cumplimiento del objetivo 3 del Plan Nacional del Buen Vivir el mismo que nos habla sobre el Mejoramiento de la Calidad de Vida de la Población, Citando el Art12 de la constitución del Ecuador .El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. [10]

Asi como el art 14 de la constitución del Ecuador. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. [10]

Evidenciando el cumplimiento de estos artículos de la Constitución de la República del Ecuador y del objetivo 3 del Plan Nacional del Buen vivir además Cumpliendo con la norma NTE INEN 1 108:2006 Para Agua Potable constatando su efectividad siendo idónea para realizar la propuesta de este Trabajo Experimental.

## **5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- La radiación Ultravioleta es capaz de inactivar la contaminación microbiológica producida por la presencia de Coliformes Totales.
- La radiación Ultravioleta es capaz de inactivar la contaminación microbiológica producida por la presencia de Coliformes Fecales.
- En base a los ensayos realizados las muestras de agua Tratada se demostró el cumplimiento del límite permisible por la norma NTE INEN 1 108:2006
- En virtud a los resultados analizados, se evidencia que si no hay una buena sedimentación del agua, la efectividad de este método baja, puesto que la presencia de sedimentos da lugar a que los microorganismos no sean expuestos a la radiación para lo cual se necesita emplear filtros de retención de menor diámetro.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Es recomendable el empleo de la radiación UV para eliminar coliformes totales y fecales en el agua cruda para la obtención de agua apta para el consumo humano.
- Usar Filtro de retención menor a 5 micras de diámetros para obtener la efectividad total del prototipo.
- Usar Filtro de Carbón Activo menor a 5 micras de diámetros para obtener la efectividad total del prototipo.
- Incentivar a los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica profundizar en nuevos métodos de purificación de agua potable en el alumnado.

## A. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Gutierrez & Delgado, «Importancia de la Desinfección de Agua,» 2006.
- [2] H. B. Wright y W. L. Cairns, «DESINFECCION DE AGUA POR MEDIO DE LUZ ULTRAVIOLETA,» Trojan Technologies Inc, London, Ontario, Canada, 2011.
- [3] G. R. Calderón Landy, «DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO EN LINEA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A BASE DE LUZ ULTRAVIOLETA,» CUENCA, 2014.
- [4] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Plan Nacional del Buen Vivir, Quito, 2013.
- [5] V. I. Mendoza, «Desinfección de agua mediante procesos avanzados de oxidación promovidos por radiación ultravioleta y visible utilizando materiales fotosensibles,» Cholula, Puebla, México , 2010.
- [6] Trojan Technologies, «trojanuv,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.trojanuv.com/es/aplicaciones/aguasresiduales>. [Último acceso: 03 05 2016].
- [7] Neo Corp Water, «Sistemas de purificación y tratamiento de agua,» 2011.
- [8] Hanna Instruments, «DESINFECCION DEL AGUA POR RAYOS ULTRAVIOLETA,» 2010.
- [9] agua-purificacion.blogspot.com, «agua-purificacion.blogspot.com,» 3 Enero 2010. [En línea]. Available: <http://agua-purificacion.blogspot.com/2010/01/tratamiento-de-agua-por-rayos.html>. [Último acceso: 31 Octubre 2016].
- [10] Constituyente, Asamblea, «Constitución de la República del Ecuador,» 2008.
- [11] I. E. D. NORMALIZACION, NTE INEN 1 108:2006, QUITO: INEN, 2006.



**ANEXO 1.- NORMA NTE INEN 1 108:2006**



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 1 108:2006**  
**Segunda revisión**

---

---

**AGUA POTABLE. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

WATER DRINKING. SPECIFICATIONS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable.  
AL 01.06-401  
CDU: 644.61  
CIU: 4200  
ICS: 13.060.20

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	AGUA POTABLE. REQUISITOS.	NTE INEN 1 108:2006 Segunda revisión 2006-03
---	------------------------------	---

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

**1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

**2. ALCANCE**

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.

**3. DEFINICIONES**

3.1 **Agua Potable.** Es el agua cuyas características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.

3.2 **Agua Cruda.** Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.

3.3 **Límite máximo permisible.** 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.

3.4 **UFC/ml.** Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.

3.5 **NMP.** Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los Tubos múltiples.

3.6 **µg/l.** (microgramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

3.7 **mg/l.** (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

3.8 **Microorganismo patógeno.** Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.

3.9 **Pesticidas.** Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repelar o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nemátodos, 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.

3.10 **Desinfección.** 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.

3.11 **Subproductos de desinfección.** Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.

3.12 **Radio nucleido.** Nucleidos radiactivos; nucleidos: conjunto de átomos que tienen núcleos con igual número atómico Z y másico A.

3.13 **MBAS, ABS .** Sustancias activas al azul de metileno; Alquil Benceno Sulfonato.

3.14 **Cloro residual.** Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.

3.15 **Dureza total.** Es la cantidad de calcio y magnesio presente en el agua y expresado como carbonato de calcio.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable.

**3.16 Sólidos totales disueltos.** Fracción filtrable de los sólidos que corresponde a los sólidos coloidales y disueltos.

#### 4. DISPOSICIONES GENERALES

**4.1** Cuando el agua potable se utilice como materia prima para la elaboración de productos de consumo humano, la concentración de aerobios mesófilos, no deberá ser superior a 100 UFC/ml

#### 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 Permissible
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidades de color verdadero (UTC)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	--	no objetable
Sabor	--	no objetable
pH	--	6,5 - 8,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	1 000
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio, Al	mg/l	0,25
Amonio, (N-NH <sub>3</sub> )	mg/l	1,0
Antimonio, Sb	mg/l	0,005
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,3
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN	mg/l	0,0
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 - 1,5
Cloruros, Cl	mg/l	250
Cobalto, Co	mg/l	0,2
Cobre, Cu	mg/l	1,0
Cromo, Cr (cromo hexavalente)	mg/l	0,05
Dureza total, CaCO <sub>3</sub>	mg/l	300
Estaño, Sn	mg/l	0,1
Fluor, F	mg/l	1,5
Fósforo, (P-PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,1
Hierro, Fe	mg/l	0,3
Litio, Li	mg/l	0,2
Manganeso, Mn	mg/l	0,1
Mercurio, Hg	mg/l	0,0
Níquel, Ni	mg/l	0,02
Nitratos, N-NO <sub>3</sub>	mg/l	10
Nitritos, N-NO <sub>2</sub>	mg/l	0,0
Plata, Ag	mg/l	0,05
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Potasio, K	mg/l	20
Selenio, Se	mg/l	0,01
Sodio, Na	mg/l	200
Sulfatos, SO <sub>4</sub>	mg/l	200
Vanadio, V	mg/l	0,1
Zinc, Zn	mg/l	3
<b>Radiactivos</b>		
Radiación total a **	Bq/l	0,1
Radiación total b ***	Bq/l	1,0

\* Cuando se utiliza cloro como desinfectante y luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos

\*\* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>210</sup>Po, <sup>221</sup>Ra, <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U, <sup>239</sup>Pu

\*\*\* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>60</sup>Co, <sup>89</sup>Sr, <sup>90</sup>Sr, <sup>129</sup>I, <sup>131</sup>I, <sup>132</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb, <sup>228</sup>Ra

(Continúa)

<b>Orgánicos</b>		
Tensoactivos ABS (MBAS)	mg/l	0,0
Fenoles	mg/l	0,0
<b>Sustancias Orgánicas</b>		
		<b>Límite máximo µg/l</b>
<b>Alcanos Clorinados</b>		
- tetracloruro de carbono		2
- diclorometano		20
- 1,2dicloroetano		30
- 1,1,1-tricloroetano		2000
<b>Etanos Clorinados</b>		
- cloruro de vinilo		5
- 1,1dicloroetano		30
- 1,2dicloroetano		50
- tricloroetano		70
- tetracloroetano		40
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>		
- benceno		10
- tolueno		170
- xileno		500
- etilbenceno		200
- estireno		20
Hidrocarburos totales de petróleo (HTP)		0,3
<b>Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)</b>		
- benzo [a]pireno		0,01
- benzo [a]fluoranteno		0,03
- benzo [k]fluoranteno		0,03
- benzo [ghi]pirileno		0,03
- indeno [1,2,3-cd]pireno		0,03
<b>Bencenos Clorinados</b>		
- monoclorobenceno		300
- 1,2-diclorobenceno		1000
- 1,4-diclorobenceno		300
- triclorobencenos (total)		20
di(2-etilhexil) adipato		80
di(2-etilhexil) ftalato		8
acrilamida		0,5
epiclorohidrin		0,4
hexaclorobutadieno		0,6
Ácido etilendiaminatetracético EDTA		200
ácido nitrotriacético		200
óxido tributiltin		2

(Continúa)

<b>Pesticidas</b>	
	<b>Límite máximo µg/l</b>
Isoproturon	9
Lindano	2
Ácido 4-cloro-2-metilfenoxiacético MCPA	2
Metoxycloro	10
Molinato	6
Pendimetalin	20
Pentaclorofenol	9
Permetrin	20
Propanil	20
Piridato	100
Simazina	2
Trifluralin	20
Herbicidas Clorofenoxi, diferentes a 2,4-D y MCPA 2,4-DB	90
Dicloroprop	100
Fenoprop	9
Ácido 4-cloro-2-metilfenoxibutírico MCPB	2
Mecoprop	10
2,4,5-T	9
<b>Residuos de desinfectantes</b>	
	<b>Límite máximo µg/l</b>
Monocloramina, di- y tricloramina	3
Cloro	5
<b>Subproductos de desinfección</b>	
	<b>Límite máximo µg/l</b>
Bromato	25
Clorito	200
Clorofenoles	
- 2,4,6-triclorofenol	200
Formaldeído	900
Trihalometanos	
- bromoformo	100
- diclorometano	100
- bromodiclorometano	60
- cloroformo	200
Ácidos acéticos clorinados	
- ácido dicloroacético	50
- ácido tricloroacético	100
Hidrato clorado	
- tricloroacetaldeído	10
Acetonitrilos halogenados	
- dicloroacetonitrilo	90
- dibromoacetonitrilo	100
- tricloroacetonitrilo	1
Cianógeno clorado (como CN)	70

**5.1.2** El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos Microbiológicos.

*(Continúa)*

### Requisitos Microbiológicos

	Máximo
Coliformes totales (1) NMP/100 ml	< 2 *
Coliformes fecales NMP/100 ml	< 2 *
Criptosporidium, número de quistes/100 litros	ausencia
Giardia Lambia, número de quistes/100 litros	ausencia

\* < 2 significa que en el ensayo del NMP utilizando una serie de 5 tubos por dilución, ninguno es positivo

- (1) En el caso de los grandes sistemas de abastecimiento, cuando se examinen suficientes muestras, deberá dar ausencia en el 95 % de las muestras, tomadas durante cualquier período de 12 meses.

## 6. INSPECCIÓN

### 6.1 Muestreo

**6.1.1** El muestreo para el análisis bacteriológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los Métodos Normalizados para el agua potable y residual (Standard Methods)

**6.1.2** El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los Métodos Normalizados 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 Normalizados para el agua potable y residual (Standard Methods) especificados en su última edición.

(Continúa)

**ANEXO 1.  
(INFORMATIVO)**

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

**ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS EN LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE**

<b>Población servida</b>	<b>Número mínimo Muestras /mes</b>	<b>Población servida</b>	<b>Número mínimo Muestras /mes</b>
25 a 1000	1	83001 a 90000	90
1001 a 2500	2	90001 a 96000	95
2501 a 3300	3	96001 a 111000	100
3301 a 4100	4	111001 a 130000	110
4101 a 4900	5	130001 a 160000	120
4901 a 5800	6	160001 a 190000	130
5801 a 6700	7	190001 a 220000	140
6701 a 7600	8	220001 a 250000	150
7601 a 8500	9	250001 a 290000	160
8501 a 9400	10	290001 a 320000	170
9401 a 10300	11	320001 a 360000	180
10301 a 11100	12	360001 a 410000	190
11101 a 12000	13	410001 a 450000	200
12001 a 12900	14	450001 a 500000	210
12901 a 13700	15	500001 a 530000	220
13701 a 14600	16	530001 a 600000	230
14601 a 15500	17	600001 a 660000	240
15501 a 16300	18	660001 a 720000	250
16301 a 17200	19	720001 a 780000	260
17201 a 18100	20	780001 a 840000	270
18101 a 18900	21	840001 a 910000	280
18901 a 19800	22	910001 a 970000	290
19801 a 20700	23	970001 a 1050000	300
20701 a 21500	24	1050001 a 1140000	310
21501 a 22300	25	1140001 a 1230000	320
22301 a 23200	26	1230001 a 1320000	330
23201 a 24000	27	1320001 a 1420000	340
24001 a 24900	28	1420001 a 1520000	350
24901 a 25000	29	1520001 a 1630000	360
25001 a 28000	30	1630001 a 1730000	370
28001 a 33000	35	1730001 a 1850000	380
33001 a 37000	40	1850001 a 1970000	390
37001 a 41000	45	1970001 a 2060000	400
41001 a 46000	50	2060001 a 2270000	410
46001 a 50000	55	2270001 a 2510000	420
50001 a 54000	60	2510001 a 2750000	430
54001 a 59000	65	2750001 a 3020000	440
59001 a 64000	70	3020001 a 3320000	450
64001 a 70000	75	3320001 a 3620000	460
70001 a 76000	80	3620001 a 3960000	470
76001 a 83000	85	3960001 a 4310000	480
		4310001 a 4690000	490
		Sobre 4690000	500

Fuente: Interim Primary Drinking Water Standards – Environmental Protection Agency (EPA),1975

Bibliografía:

CETESB. Compañía de tecnología de Saneamiento Ambiental. Control de Calidad del Agua Potable para consumo humano. Bases conceptuales y Operacionales. Sao Paulo, 1977

(Continúa)

**APÉNDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Métodos Normalizados para el Agua potable y residual (Standard Methods) en su última edición. Publicado por la APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water World Association) y WEF (Water Environment Federation).

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 *Agua Potable Requisitos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito, 1983.

Ministerio del Ambiente, *Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria*, actualizada a diciembre de 2002. Corporación de estudios y Publicaciones, Quito 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for drinking-water quality Volume 1 Recommendations*. Second Edition. Geneva, 1993.

CETESB. Companhia de tecnologia de saneamiento ambiental del Brasil. *Control de calidad para el agua de consumo humano*. Bases conceptuales y operacionales. Sao Paulo, 1977.



### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 1 108 Segunda revisión	<b>TÍTULO: AGUA POTABLE. REQUISITOS.</b>	<b>Código:</b> <b>AL 01.06-401</b>	
<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2005-07-21 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo No. 05684 de 2005-09-08 publicado en el Registro Oficial No. 108 de 2005-09-21  Fecha de iniciación del estudio: 2005-10-27		
Fechas de consulta pública: de _____ a _____			
<b>Comité Interno del INEN:</b> Fecha de iniciación: 2005-11-08 Integrantes del Comité Interno:			Fecha de aprobación: 2005-11-08
<b>NOMBRES:</b>  Dr. Ramiro Gallegos  Dra. Hipatia Navas Ing. Gonzalo Arteaga Ing. Enrique Troya  Ing. María E. Dávalos (Secretaria Técnica)	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>  DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS ÁREA TÉCNICA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE VERIFICACIÓN REGIONAL CHIMBORAZO		
<b>Otros trámites:</b>  El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2006-01-18			
Oficializada como: Obligatoria Registro Oficial No. 231 de 2006-03-17			Por Acuerdo Ministerial No. 06 094 de 2006-03-01

---

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815  
Dirección General: E-Mail: [furresta@inen.gov.ec](mailto:furresta@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [gjimenez@inen.gov.ec](mailto:gjimenez@inen.gov.ec)  
Área Técnica de de Certificación: E-Mail: [greyes@inen.gov.ec](mailto:greyes@inen.gov.ec)  
Área Técnica de de Verificación: E-Mail: [etroya@inen.gov.ec](mailto:etroya@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [rgallegos@inen.gov.ec](mailto:rgallegos@inen.gov.ec)  
Regional Guayas: E-Mail: [hcorrea@inen.gov.ec](mailto:hcorrea@inen.gov.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [lcabrea@inen.gov.ec](mailto:lcabrea@inen.gov.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inench@andinanet.net](mailto:inench@andinanet.net)  
URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)

## ANEXO 2.- NORMA EPA 832-F-99-064 - FOLLETO INFORMATIVO DE TECNOLOGÍA DE AGUAS RESIDUALES

United States  
Environmental Protection  
Agency

Office of Water  
Washington, D.C.

EPA 832-F-99-064  
Septiembre de 1999



# Folleto informativo de tecnología de aguas residuales

## Desinfección con luz ultravioleta

### DESCRIPCIÓN

La desinfección es considerada como el principal mecanismo para la desactivación o destrucción de organismos patógenos con el fin de prevenir la dispersión de enfermedades transmitidas a través del agua, tanto a los usuarios aguas abajo como al ambiente. Es muy importante que el agua residual sea tratada adecuadamente antes de realizarse las actividades de desinfección para que la acción de cualquier desinfectante sea eficaz. Algunos de los microorganismos encontrados comúnmente en aguas residuales domésticas y las enfermedades asociadas a ellos se presentan en la Tabla 1.

**TABLA 1 AGENTES INFECCIOSOS POTENCIALMENTE PRESENTES EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS NO TRATADAS**

Organismo	Enfermedad Causada
<b>Bacterias</b>	
<i>Escherichia coli</i> (enterotoxigeno)	Gastroenteritis
<i>Leptospira</i> (spp.)	Leptospirosis
<i>Salmonella typhi</i>	Fiebre tifoidea
<i>Salmonella</i> (2,100 serotipos)	Salmonelosis
<i>Shigella</i> (4 spp.)	Shigellosis (disentería bacilar)

Organismo	Enfermedad Causada
<i>Vibrio cholerae</i> Cólera	
<b>Protozoos</b>	
<i>Balantidium coli</i>	Balantidiasis
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Cryptosporidiasis
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebiasis (disentería amoébrica)
<i>Giardia lamblia</i>	Giardiasis
<b>Helmintos</b>	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariasis
<i>T. solium</i>	Teniasis
<i>Trichuris trichiura</i>	Tricuriasis
<b>Virus</b>	
Virus entéricos (72 tipos; por ejemplo: virus echo y coxsackie del polio)	Gastroenteritis, anomalías del corazón y meningitis.
Hepatitis A	Hepatitis de tipo infeccioso
Agente de Norwalk	Gastroenteritis
Rotavirus	Gastroenteritis

Fuente: Tabla adaptada de Crites and Tchobanoglous, 1998

El sistema de desinfección con luz ultravioleta (UV) transfiere energía electromagnética desde una lámpara de vapor de mercurio al material genético del organismo (ADN o ARN). Cuando la radiación UV penetra en las paredes de la célula de un organismo, esta destruye la habilidad de reproducción de la célula. La

radiación UV, generada por una descarga eléctrica a través de vapor de mercurio, penetra al material genético de los microorganismos y retarda su habilidad de reproducción.

La eficacia del sistema de desinfección con luz ultravioleta depende de las características del agua residual, la intensidad de la radiación, el tiempo de exposición de los microorganismos a la radiación y la configuración del reactor. Para cualquier planta de tratamiento, el éxito de las actividades de desinfección está directamente relacionado con la concentración de componentes coloidales y de partículas en el agua residual.

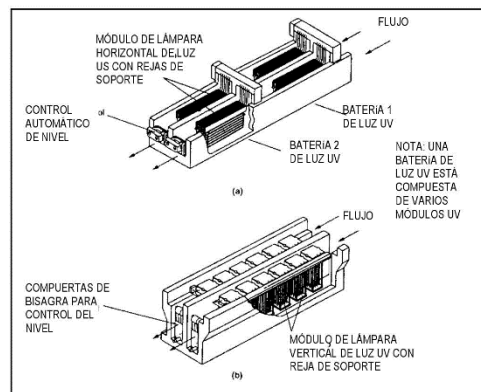
Los componentes principales del sistema de desinfección con luz UV son las lámparas de vapor de mercurio, el reactor y los balastos electrónicos (*ballasts*). La fuente de luz UV son las lámparas de arco de mercurio de baja o mediana presión, bien sea de intensidad baja o alta.

La longitud de onda óptima para desactivar eficazmente los microorganismos se encuentra en el rango de 250 a 270 nm. La intensidad de la radiación emitida por la lámpara se disipa a medida que la distancia de la lámpara aumenta. Las lámparas de baja presión emiten básicamente luz monocromática a una longitud de onda de 253.7 nm. Las longitudes estándar de las lámparas de baja presión son de 0.75 y 1.5 metros, y sus diámetros van de 1.5 a 2.0 cm. La temperatura ideal de la pared de la lámpara se encuentra entre 95 y 122 °F.

Las lámparas de mediana presión son generalmente utilizadas en instalaciones de mayor tamaño. Estas lámparas de luz UV tienen una intensidad germicida aproximadamente 15 a 20 veces mayor que las lámparas de baja presión. La lámpara de mediana presión desinfecta más rápido y tiene más capacidad de penetración debido a su mayor intensidad. Sin embargo, estas lámparas

operan a temperaturas más altas con un mayor consumo de energía eléctrica.

Existen dos tipos de configuraciones de reactor para el sistema de desinfección con luz UV: de contacto, y sin contacto. En ambos casos, el agua residual puede fluir en forma perpendicular o paralela a las lámparas. En el caso del reactor de contacto, la serie de lámparas de mercurio está recubierta con mangas de cuarzo para minimizar los efectos de enfriamiento del agua residual. La Figura 1 muestra dos reactores de contacto de luz UV, uno con lámparas sumergidas ubicadas en forma paralela a la dirección del flujo del agua residual, y el segundo con lámparas perpendiculares. Compuertas de bisagra o vertederos son utilizados para controlar el nivel del agua residual. En el caso del reactor sin contacto, las lámparas de luz UV se encuentran suspendidas afuera de un conducto transparente que transporta el agua residual que va a ser desinfectada. Esta configuración no es tan común como la configuración del reactor de contacto. En ambos tipos de reactores, el balastro –o caja de control– proporciona el voltaje de inicio para las lámparas y mantiene una corriente continua.



Fuente: Crites and Tchobanoglous, 1998.

- (a) adaptado de Trojan Technologies, Inc.
- (b) adaptado de Infilco Degremont, Inc.

**Figura 1 Planos Isométricos de los Sistemas Típicos de Desinfección con luz UV**

#### **VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

##### **Ventajas:**

- La desinfección con luz UV es eficaz para la desactivación de la mayoría de los virus, esporas y quistes.
- La desinfección con luz UV es más un proceso físico que una desinfección química, lo cual elimina la necesidad de generar, manejar, transportar, o almacenar productos químicos tóxicos, peligrosos o corrosivos.
- No existe ningún efecto residual que pueda afectar a los seres humanos o cualquier organismo acuático.
- La desinfección con luz UV es de uso fácil para los operadores.
- La desinfección con luz UV tiene un período de contacto más corto en comparación con otros desinfectantes (aproximadamente de 20 a 30 segundos con la utilización de las lámparas de baja presión).
- El equipo de desinfección con luz UV requiere menos espacio que otros métodos.

##### **Desventajas:**

- La baja dosificación puede no desactivar efectivamente algunos virus, esporas y quistes.
- Algunas veces los organismos pueden reparar o invertir los efectos destructivos de la radiación UV mediante un "mecanismo de reparación", también conocido como foto-

reactivación o, en ausencia de radiación, como "reparación en oscuro".

- Un programa de mantenimiento preventivo es necesario para controlar la acumulación de sólidos en la parte externa de los tubos de luz.
- La turbidez y los sólidos suspendidos totales (SST) en el agua residual hacen que la desinfección con luz UV sea ineficaz. El uso de la desinfección con lámparas UV de baja presión no es tan efectivo en el caso de efluentes secundarios con niveles de SST mayores a 30 mg/L.
- La desinfección con luz UV no es tan económica como la desinfección con cloro, pero los costos son competitivos cuando la cloración requiere descloración y se cumple con los códigos de prevención de incendios.

#### **APLICABILIDAD**

Cuando se selecciona un sistema de desinfección con luz UV, existen tres áreas críticas que deben considerarse. La primera la determina principalmente el fabricante; la segunda, el diseño y las actividades de operación y mantenimiento; y la tercera debe ser controlada en la instalación de tratamiento.

El seleccionar un sistema de desinfección con luz UV depende de los tres factores críticos que se enumeran a continuación:

- **Propiedades hidráulicas del reactor:** De preferencia, un sistema de desinfección con luz UV debe tener un flujo uniforme con un movimiento axial suficiente (mezcla radial) para lograr una máxima exposición a la radiación UV. La trayectoria que un

organismo toma en el reactor determina la cantidad de radiación a la cual es expuesto antes de la desactivación. Un reactor se debe diseñar para eliminar el flujo en cortocircuito y/o las zonas estancadas o estáticas que pueden dar lugar al uso ineficaz de la energía y la reducción del tiempo de contacto.

- **Intensidad de la radiación UV:** Los factores que afectan la intensidad son la edad de las lámparas, la formación de depósitos en las lámparas, y la configuración y la ubicación de las lámparas en el reactor.
- **Características del agua residual:** Estas incluyen el caudal, los sólidos suspendidos y coloidales, la densidad bacteriana inicial, y otros parámetros físicos y químicos. La concentración de SST y la de microorganismos asociados con las partículas determinan la cantidad de radiación UV que en última instancia llega al organismo a ser desactivado. Mientras más altas sean estas concentraciones, menor es la radiación UV que es absorbida por los organismos. Las diversas características del agua residual y sus efectos sobre la desinfección con luz UV se detallan en la Tabla 2.

La desinfección con luz UV puede ser utilizada en plantas de diversos tamaños que cuenten con niveles de tratamiento secundario o avanzado.

#### DESEMPEÑO

Planta de tratamiento de aguas residuales de Gold Bar en Edmont, Alberta, Canadá

Para la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Gold Bar en Edmont, Alberta se hizo necesario el uso de un sistema de desinfección para cumplir con las normas de calidad de agua de la Provincia de Alberta para el contacto recreacional. En ese periodo los caudales de diseño promedio y máximo de esta instalación de tratamiento eran de 82 y 110 millones de galones por día (MGD), respectivamente. Se llevó a cabo un estudio piloto para revisar los sistemas existentes de desinfección con luz UV, la efectividad de la intensidad de las lámparas y los costos. Se determinó que la desinfección con luz UV era el sistema más efectivo para lograr los niveles de tratamiento requeridos.

La acumulación de sólidos en la parte externa de las lámparas es un problema potencial en los

**TABLA 2 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL QUE AFECTAN EL DESEMPEÑO DE LA DESINFECCIÓN CON LUZ UV**

Características del agua residual	Efectos en la desinfección con luz UV
Amoniaco	De presentarse, son efectos menores.
Nitritos	De presentarse, son efectos menores.
Nitratos	De presentarse, son efectos menores.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	De presentarse, son efectos menores. Sin embargo, si una gran parte del DBO es un compuesto húmico y/o no saturado (o conjugado), entonces la transmisión de radiación UV podría verse reducida.
Dureza	Afecta la solubilidad de los metales que pueden absorber la radiación ultravioleta. Puede generar la precipitación de carbonatos sobre los tubos del cuarzo.
Materiales	Alta absorbanza de la

húmicos, hierro	radiación UV.
pH	Afecta la solubilidad de los metales y los carbonatos.
SST	Absorbe la radiación UV y protege a las bacterias incorporadas en los sólidos.

sistemas UV, pero con una limpieza adecuada y actividades apropiadas de operación y mantenimiento, esto no debe ser causa de ninguna interrupción de la capacidad de desinfección del sistema. La limpieza de las lámparas en la PTAR de Gold Bar fue realizada mediante un aditamento mecánico de limpieza incorporado a cada grupo de lámparas. Se limpiaban las lámparas de forma rutinaria utilizando un sistema de limpieza dentro de los canales. Los problemas potenciales de seguridad industrial de los sistemas UV en lo referente a la exposición a la radiación UV y peligros de electrocución, tanto para sistemas de baja presión como los de alta intensidad, son mínimos en condiciones normales de operación. Sin embargo, se deben tomar medidas preventivas cuando se operan lámparas de alta intensidad para evitar una sobre exposición. El riesgo no fue considerado significativo por la agencia operadora de la PTAR de Gold Bar, y se consideró de mayor importancia el ahorro potencial de costos obtenido al utilizar los sistemas UV de alta intensidad. En la PTAR de Gold Bar se determinó que un sistema de presión mediana con alta intensidad era más económico que los sistemas convencionales de baja presión en cuanto a los costos de inversión y los costos del ciclo de vida útil.

**Planta de tratamiento de aguas residuales de Northwest Bergen County Utility Authority (NBCUA) en Waldwick, New Jersey**

El uso de desinfección con luz UV para el tratamiento de aguas residuales ha aumentado

dramáticamente en los últimos años debido al impacto en las aguas receptoras que tienen las sustancias organocloradas de los efluentes de aguas residuales. Este fue el caso de la PTAR operada por la NBCUA y localizada en Waldwick, New Jersey. En 1989, la PTAR tuvo que hacer el cambio de una instalación de cloración a una con tecnología de desinfección alternativa con cero residuo después del tratamiento. Este cambio fue requerido cuando la norma de "cero residuos" fue impuesta por el Departamento de Protección Ambiental de New Jersey como resultado de la expedición del Acta de Prevención de Catástrofes Tóxicas.

Diversos factores, como la seguridad pública y los descubrimientos recientes y preocupaciones referentes al impacto ambiental por la descarga y derrame de sustancias químicas, han dado como resultado que los requisitos en los permisos para las actividades de cloración fueran más estrictos. Además, existían otras condiciones que la PTAR tenía que cumplir si se decidía a continuar con el uso del cloro. Para evitar los incrementos de costo en los que se hubiera incurrido, y para cumplir con las nuevas regulaciones, la PTAR hizo el cambio a la desinfección con luz UV. El sistema UV fue instalado dentro de los tanques existentes de contacto con el cloro, lo cual se hizo en combinación con la extensión del edificio existente para facilitar el mantenimiento durante eventos de mal tiempo. El sistema de luz ultravioleta en la PTAR de la NBCUA, desde su instalación en agosto de 1989, contó con una mejor capacidad para cumplir con los niveles de coliformes fecales (200 organismos por 100 ml) que con la cloración.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Las actividades apropiadas de operación y mantenimiento de un sistema de desinfección con luz UV aseguran que suficiente radiación sea transmitida a los organismos para volverlos

estériles. Todas las superficies entre la radiación UV y los organismos a ser desactivados deben estar limpios, y los balastos, las lámparas y el reactor deben estar funcionando con una eficiencia máxima. La limpieza inadecuada es una de las causas más comunes de la ineficiencia de los sistemas de desinfección con luz UV. Las mangas de cuarzo o los tubos de Teflón requieren ser limpiados regularmente mediante limpiadores mecánicos, de ultrasonido, o químicos. La frecuencia de limpieza es individual y muy específica para cada caso, ya que algunos sistemas necesitan ser limpiados más frecuentemente que otros.

La limpieza química se realiza comúnmente con ácido cítrico. Otros agentes de limpieza incluyen soluciones de vinagre y el hidrosulfito de sodio. Una combinación de agentes de limpieza debe ser probada para encontrar el agente más conveniente y que más se ajuste a las características del agua residual sin producir productos peligrosos o tóxicos. Los sistemas con reactor sin contacto se limpian con mayor eficacia por medio del hidrosulfito de sodio.

Cualquier sistema de desinfección con luz UV debe ser evaluado en un estudio piloto antes de ser operado a mayor escala para asegurar que la instalación cumplirá con los requisitos del permiso de descarga en una localidad en particular.

La vida promedio útil de las lámparas fluctúa entre 8,760 a 14,000 horas de funcionamiento, y generalmente las lámparas se reemplazan después de 12,000 horas de uso. Procedimientos operacionales deben ser establecidos de tal modo que reduzcan los ciclos de encendido y apagado de las lámparas puesto que su eficacia se reduce con la repetición de los ciclos.

El balastro debe ser compatible con las lámparas y se debe ventilar para protegerlo del calor excesivo, lo cual puede reducir su vida útil u

ocasionar incendios. Aunque el ciclo de vida de los balastos es de aproximadamente 10 a 15 años, normalmente los balastos se reemplazan cada 10 años. Las mangas de cuarzo duran aproximadamente de 5 a 8 años pero se substituyen generalmente cada 5 años.

## COSTO

El costo de los sistemas de desinfección con luz UV depende del fabricante, de la ubicación de la planta y su capacidad, y de las características del agua residual a ser desinfectada. Los costos totales de desinfección con luz UV pueden ser competitivos respecto a la desinfección con cloro cuando esta incluye el costo del procedimiento de descloración.

Los costos operacionales anuales para la desinfección con luz UV incluyen el consumo de energía; los productos químicos y de limpieza; las reparaciones de equipos misceláneos (2.5% de costo total del equipo); el reemplazo de lámparas, de balastos y de mangas; y los requerimientos del personal.

Los costos han disminuido en los últimos años debido a las mejoras del diseño de las lámparas y de los sistemas, la competencia creciente, y las mejoras en la confiabilidad de los sistemas.

**TABLA 3A COSTOS DE LAS LÁMPARAS DE LOS SISTEMAS DE DESINFECCIÓN CON LUZ UV**

Componente	Rango (dólares)*	Típico (dólares)*
Lámparas UV	(\$/lámpara)	(\$/lámpara)
1 – 5 MGD	397 – 1,365	575
5 – 10 MGD	343 – 594	475
19 – 100 MGD	274 – 588	400
Costo de construcción de las instalaciones físicas	(% del costo de lámparas UV) 75 – 200	(% del costo de lámparas UV) 150



\* Los costos están basados en la publicación de *Engineering News Record* de 1993, con un índice costo de construcción de 5210.

Fuente: Adaptado de Darby et al. (1995) con autorización de la *Water Environment Research Foundation*.

Las lámparas de presión mediana cuestan 4 a 5 veces más que las de baja presión. Sin embargo, el número más reducido de lámparas necesarias para una desinfección adecuada podría hacer las que lámparas de presión mediana sean más económicas. La Tabla 3A resume los costos de algunas de las lámparas utilizadas en la desinfección con luz UV. Esta información fue obtenida de un estudio realizado por la asociación *Water Environment Research Federation* en 1995 para efluentes secundarios de instalaciones de desinfección con un caudal promedio de periodos de tiempo seco de 1, 10 y 100 MGD (2.25, 20 y 175 MGD de caudal máximo en periodos de lluvia, respectivamente). La Tabla 3B describe los costos típicos de inversión de capital y los de operación y mantenimiento que están asociados con la desinfección con luz UV.

**TABLA 3B COSTOS DE INVERSIÓN Y DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE DESINFECCIÓN CON LUZ UV**

Componente	Costo del Sistema UV (\$)
<i>Costo de inversión de capital</i>	
Equipos	120,000
Modificaciones estructurales	64,000
Eléctricos	20,000
Misceláneos	40,000
<b>Total</b>	<b>244,000</b>
<i>Costos anuales de operación y mantenimiento</i>	
Energía eléctrica	3300
Lámparas y químicos	2840

Limpieza	1180
Mantenimiento	1440
Control del proceso	6240
Pruebas	4160
<b>Total</b>	<b>19,190</b>

Fuente: Hanzon and Villa, 1999

#### REFERENCIAS

1. Crites, R. and G. Tchobanoglous. 1998. *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. The McGraw-Hill Companies. New York, New York.
2. Darby, J.; M. Heath; J. Jacangelo; F. Loge; P. Swain; and G. Tchobanoglous. 1995. *Comparison of UV Irradiation to Chlorination: Guidance for Achieving Optimal UV Performance*. Water Environment Research Foundation. Alexandria, Virginia.
3. Eddington, G. June 1993. *Plant Meets Stringent Residual Chlorine Limit*. *Water Environment & Technology*. P. 11-12.
4. Fahey, R. J. Dec. 1990. *The UV Effect on Wastewater*. *Water Engineering & Management*. vol. 137. no. 12. pp. 15-18.
5. Hanzon, B.D. and Vigilia, R. 1999. *UV Disinfection*. *Wastewater Technology Showcase*. vol. 2. no. 3. pp. 24-28.
6. Hrentstein, B, Dean, T., Anderson, D., and Ellgas, W. October 1993. *Dechlorination at EBMUD: Innovative and Efficient and Reliable*. *Proceeding of the Water Environment Federation Sixty-sixth Annual Conference and Exposition*. Anaheim, California.

7. Kwan, A.; J. Archer; F. Soroushian; A. Mohammed; and G. Tchobanoglous. March 17–20, 1996. "Factors for Selection of a High-Intensity UV Disinfection System for a Large-Scale Application." Proceedings from the Water Environment Federation (WEF) Speciality Conference: Disinfecting Wastewater for Discharge and Reuse. WEF. Portland, Oregon.
8. Metcalf & Eddy, Inc. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*. 3d ed. The McGraw-Hill Companies. New York, New York.
9. Task Force on Wastewater Disinfection. 1986. *Wastewater Disinfection. Manual of Practice No. FD-10*. Water Pollution Control Federation, Alexandria, Virginia.
10. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1986a. *Design Manual: Municipal Wastewater Disinfection*. EPA Office of Research and Development. Cincinnati, Ohio. EPA/625/1-86/021.
11. U.S. EPA. 1986b. *Disinfection with Ultraviolet Light—Design, Construct, and Operate for Success*. Cincinnati, Ohio. 12. U.S. EPA. 1988. *Ultra Violet Disinfection: Special Evaluation Project*. EPA Region 5. Chicago, Illinois.

Salcor Engineering  
 Dr. James E. Cruver  
 P.O. Box 1090  
 Fallbrook, CA 92088-1090  
 Tacoma-Pierce County, WA

Steve Marek  
 Water Resources Section  
 3629 South D. Street  
 Tacoma, WA 98408-6897

Trojan Technologies, Inc.  
 David Tomowich  
 3020 Gore Road  
 London, Ontario N5V 4T7

La mención de marcas o de productos comerciales no significa que la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos respalde o recomiende su uso.

El contenido de este folleto informativo fue proporcionado por la *National Small Flows Clearinghouse* a la cual se agradece su uso.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

Brown and Caldwell  
 Raymond Matasci  
 P.O. Box 8045  
 Walnut Creek, CA 94596

Roy F. Weston Inc.  
 Peter J. Lau  
 1515 Market Street, Suite 1515  
 Philadelphia, PA 19102-1956

**ANEXO 3.- RESULTADOS DE MUESTRAS SIN TRATAR**

**INFORME DE RESULTADOS**

<b>LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN</b> Nº OAE LE C 11-010	<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>Versión:</b> 7
	<b>CLIENTE:</b>	Sr. Diego López	<b>Pág.</b> 1 de 1
	<b>REPRESENTANTE:</b>		<b>Código:</b> REG TEC 018
	<b>DIRECCIÓN:</b>	Sergio Núñez 02-28 y Antonio Clavijo	<b>Fecha formato:</b> 26/03/2014
	<b>TELÉFONO:</b>	032 417 153	<b>NUMERO DE INFORME:</b>
	<b>CELULAR:</b>	099 898 5405	LACQUA  1 6- 1   5   7   1
<b>e - mail:</b>	digui st91@hotmail.com		

<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>HUMEDAD (%):</b> 46	<b>TEM. AMBIENTE(°C):</b> 18
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua Natural Huachi Pelileo	
<b>RESPONSABLE MUESTREO:</b>	Cliente	<b>FECHA TOMA DE MUESTRA:</b> 01 de agosto de 2016
<b>TIPO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Puntual	
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 01 de agosto al 03 de agosto de 2016	
<b>FECHA EMISIÓN DE INFORME</b>	03 de agosto de 2016	

**INFORME ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Coliformes Fecales**	NMP/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	----
Coliformes Totales**	UFC/100ml	52,00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	----

# Norma de Referencia: N/A  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado

**PERSONAL RESPONSABLE:**

Ing. Cristina Flores  
**ANALISTA**

Dr. Harold Jiménez  
**DIRECTOR TECNICO**

**NOTA:**  
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
 Teléfono Móvil: 09-5363620 - info@lacquanalisis.com  
 Ambato, Ecuador - Sud América

## INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN  
Nº OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	Sr. Diego López
REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:	Sergio Núñez 02-28 y Antonio Clavijo
TELÉFONO:	032 417 153
CELULAR:	099 898 5405
e - mail:	digui_st91@hotmail.com

Versión: 7
Pág. 1 de 1
Código: REG TEC 018
Fecha formato: 26/03/2014
NÚMERO DE INFORME: LACQUA 16-1 1 5 7 5

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 46	TEM. AMBIENTE(°C): 18
TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural Huachi Pelileo	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 02 de agosto de 2016
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 02 de agosto al 04 de agosto de 2016	
FECHA EMISIÓN DE INFORME	04 de agosto de 2016	

### INFORME ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Coliformes Totales**	UFC/100ml	29,00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	----

# Norma de Referencia: N/A

Parámetro acreditado

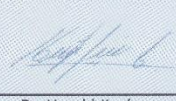
\* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado

PERSONAL RESPONSABLE:

  
Ing. Cristina Flores  
ANALISTA

  
Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TÉCNICO

NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

### INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN  
Nº OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	Sr. Diego López
REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:	Sergio Núñez 02-28 y Antonio Clavijo
TELÉFONO:	032 417 153
CELULAR:	099 898 5405
e - mail:	digui_st91@hotmail.com

Versión: 7
Pág. 1 de 1
Código: REG TEC 018
Fecha formato: 26/03/2014
NÚMERO DE INFORME: LACQUA 16-1-578

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 47	TEM. AMBIENTE(°C): 18
TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural Huachi Pelileo	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 03 de agosto de 2016
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 03 de agosto al 05 de agosto de 2016	
FECHA EMISIÓN DE INFORME	05 de agosto de 2016	

### INFORME ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Coliformes Fecales**	UFC/100ml	2,00	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	----
Coliformes Totales**	UFC/100ml	114,00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	-----

# Norma de Referencia: N/A  
Parámetro acreditado

\* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

  
Ing. Julia Cunalata  
ANALISTA

  
Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TÉCNICO

NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

## INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN  
Nº OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	Sr. Diego López
REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:	Sergio Núñez 02-28 y Antonio Clavijo
TELÉFONO:	032 417 153
CELULAR:	099 898 5405
e - mail:	digui_st91@hotmail.com

Versión: 7
Pág. 1 de 1
Código: REG TEC 018
Fecha formato: 26/03/2014
NÚMERO DE INFORME: LACQUA 16- 1 5 8 6

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 40	TEM. AMBIENTE(°C): 18
TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural Huachi Pelileo	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 04 de agosto de 2016
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 04 de agosto al 05 de agosto de 2016	
FECHA EMISIÓN DE INFORME	08 de agosto de 2016	

### INFORME ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Coliformes Totales**	UFC/100ml	68,00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	----


# Norma de Referencia: N/A  
Parámetro acreditado


\* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado

PERSONAL RESPONSABLE:

  
 Ing. Cristina Flores  
 ANALISTA

  
 Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

## INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN  
Nº OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	Sr. Diego López
REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:	Sergio Núñez 02-28 y Antonio Clavijo
TELÉFONO:	032 417 153
CELULAR:	099 898 5405
e - mail:	digui st91@hotmail.com

Versión: 7
Pág. 1 de 1
Código: REG TEC 018
Fecha formato: 26/03/2014
NÚMERO DE INFORME: LACQUA 1 6  1   5  8  9

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 42	TEM. AMBIENTE(°C): 18
TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural Huachi Pelileo	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 05 de agosto de 2016
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 05 de agosto al 09 de agosto de 2016	
FECHA EMISIÓN DE INFORME	09 de agosto de 2016	

### INFORME ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Coliformes Fecales**	NMP/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	----
Coliformes Totales**	UFC/100ml	80,00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	----

# Norma de Referencia: N/A

Parámetro acreditado

\* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado N/A

#### PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Cristina Flores  
ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TÉCNICO

#### NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

## ANEXO 4.- RESULTADO DE ESTUDIO ADICIONAL

“Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables”  
www.lacquanalisis.com

### INFORME DE RESULTADOS

<b>LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN</b>  Nº OAE LE C 11-010	<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>Versión: 7</b>
	<b>CLIENTE:</b>		<b>Pág. 1 de 1</b>
	<b>REPRESENTANTE:</b>	Sr. Diego López	<b>Código: REG TEC 018</b>
	<b>DIRECCIÓN:</b>	Sergio Núñez 02-28 y Antonio Clavijo	<b>Fecha formato: 26/03/2014</b>
	<b>TELÉFONO:</b>	032 417 153	<b>NÚMERO DE INFORME:</b>
	<b>CELULAR:</b>	099 898 5405	LACQUA 1   7 - 1   7   4   5
<b>e - mail:</b>	diqui_st91@hotmail.com		

<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>HUMEDAD (%):</b> 47	<b>TEM. AMBIENTE(°C):</b> 20
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua Natural para consumo Humano (Canal Huachi Pelileo)	
<b>RESPONSABLE MUESTREO:</b>	Cliente	<b>FECHA TOMA DE MUESTRA:</b> 17 de enero de 2017
<b>TIPO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Puntual	
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 17 al 19 de enero de 2017	
<b>FECHA EMISIÓN DE INFORME:</b>	19 de enero de 2017	

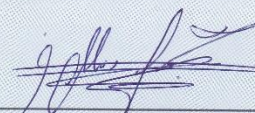
#### INFORME ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO


PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Coliformes Fecales**	NMP/100ml	1,00	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	----
Coliformes Totales**	NMP/100ml	42,00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	-----

# Norma de Referencia: N/A  
 \* Parámetro acreditado  
 \*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

**PERSONAL RESPONSABLE:**

  
 Ing. Ma. Jose Tapia  
**ANALISTA**

  
 Dr. Harold Jiménez  
**DIRECTOR TECNICO**

**NOTA:**  
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
 Teléfono Móvil: 09-5363620 - info@lacquanalisis.com  
 Ambato, Ecuador - Sud América



## INFORME DE RESULTADOS

<b>LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN</b> Nº OAE LE C 11-010	<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>Versión:</b> 7
	<b>CLIENTE:</b>		<b>Pág.</b> 1 de 1
	<b>REPRESENTANTE:</b>	Sr. Diego López	<b>Código:</b> REG TEC 018
	<b>DIRECCIÓN:</b>	Sergio Núñez 02-28 y Antonio Clavijo	<b>Fecha formato:</b> 26/03/2014
	<b>TELÉFONO:</b>	032 417 153	<b>NUMERO DE INFORME:</b>
	<b>CELULAR:</b>	099 898 5405	LACQUA   1   7   1   7   4   4
	<b>e - mail:</b>	<a href="mailto:diqui_st91@hotmail.com">diqui_st91@hotmail.com</a>	

<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>HUMEDAD (%):</b> 47	<b>TEM. AMBIENTE(°C):</b> 20
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua Natural para consumo Humano (Canal Huachi Pelileo)	
<b>RESPONSABLE MUESTREO:</b>	Cliente	<b>FECHA TOMA DE MUESTRA:</b> 17 de enero de 2017
<b>TIPO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Puntual	
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 17 al 19 de enero de 2017	
<b>FECHA EMISIÓN DE INFORME:</b>	19 de enero de 2017	

### INFORME ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Coliformes Fecales**	NMP/100ml	2,00	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	----
Coliformes Totales**	NMP/100ml	50,00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	----

# Norma de Referencia: N/A


Parámetro acreditado

\* Parámetro acreditado fuera del alcance


\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado

#### PERSONAL RESPONSABLE:

  
Ing. Ma. Jose Tapia  
ANALISTA



  
Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TECNICO

#### NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

## ANEXO 5.- RESULTADOS DE MUESTRAS TRATADAS

“Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables”  
www.lacquanalisis.com

### INFORME DE RESULTADOS

<b>LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN</b> Nº OAE LE C 11-010	<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>Versión: 7</b>
	<b>CLIENTE:</b>	Sr. Diego López	<b>Pág. 1 de 1</b>
	<b>REPRESENTANTE:</b>		<b>Código: REG TEC 018</b>
	<b>DIRECCIÓN:</b>	Sergio Núñez 02-28 y Antonio Clavijo	<b>Fecha formato: 26/03/2014</b>
	<b>TELÉFONO:</b>	032 417 153	<b>NÚMERO DE INFORME:</b>
	<b>CELULAR:</b>	099 898 5405	LACQUA   1   6   1   5   7   2
<b>e - mail:</b>	digui st91@hotmail.com		

<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	HUMEDAD (%): 46	TEM. AMBIENTE(°C): 18
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua Consumo Huachi Pelileo-Tratada	
<b>RESPONSABLE MUESTREO:</b>	Cliente	<b>FECHA TOMA DE MUESTRA:</b> 01 de agosto de 2016
<b>TIPO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Puntual	
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 01 de agosto al 03 de agosto de 2016	
<b>FECHA EMISIÓN DE INFORME</b>	03 de agosto de 2016	

#### INFORME ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Coliformes Fecales**	NMP/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	----
Coliformes Totales**	NMP/100ml	Ausencia	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	----

\* Norma de Referencia: N/A  
 \*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

**PERSONAL RESPONSABLE:**

 Ing. Julia Cunalata <b>ANALISTA</b>	 Dr. Harold Jiménez <b>DIRECTOR TECNICO</b>	
--	---	--

**NOTA:**  
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
 Teléfono Móvil: 09-5363620 - info@lacquanalisis.com  
 Ambato, Ecuador - Sud América

### INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN  
Nº OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	Sr. Diego López
REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:	Sergio Núñez 02-28 y Antonio Clavijo
TELÉFONO:	032 417 153
CELULAR:	099 898 5405
e - mail:	digui_st91@hotmail.com

Versión: 7
Pág. 1 de 1
Código: REG TEC 018
Fecha formato: 26/03/2014
NUMERO DE INFORME: LACQUA  1 6  1  5  7  6

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 46	TEM. AMBIENTE(°C): 18
TIPO DE MUESTRA:	Agua Consumo Huachi Pelileo-Tratada	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 02 de agosto de 2016
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 02 de agosto al 04 de agosto de 2016	
FECHA EMISIÓN DE INFORME	04 de agosto de 2016	

#### INFORME ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Coliformes Totales**	NMP/100ml	Ausencia	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	----

# Norma de Referencia: N/A

Parámetro acreditado


\* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado

#### PERSONAL RESPONSABLE:

  
Ing. Julia Cunalata  
ANALISTA

  
Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TECNICO

#### NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

## INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN  
Nº OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	Sr. Diego López
REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:	Sergio Núñez 02-28 y Antonio Clavijo
TELÉFONO:	032 417 153
CELULAR:	099 898 5405
e - mail:	digui_st91@hotmail.com

Versión: 7
Pág. 1 de 1
Código: REG TEC 018
Fecha formato: 26/03/2014
NUMERO DE INFORME: LACQUA 1 6 1 5 7 9

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 47	TEM. AMBIENTE(°C): 18
TIPO DE MUESTRA:	Agua Consumo Huachi Pelileo-Tratada	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 03 de agosto de 2016
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 03 de agosto al 05 de agosto de 2016	
FECHA EMISIÓN DE INFORME	05 de agosto de 2016	

### INFORME ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Coliformes Fecales**	NMP/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	----
Coliformes Totales**	UFC/100ml	2,00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	----

# Norma de Referencia: N/A  
Parámetro acreditado

\* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado

#### PERSONAL RESPONSABLE:



Ing. Cristina Flores  
ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TÉCNICO

#### NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

\*Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables  
www.lacquanalisis.com

## INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN  
Nº OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	Sr. Diego López
REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:	Sergio Núñez 02-28 y Antonio Clavijo
TELÉFONO:	032 417 153
CELULAR:	099 898 5405
e - mail:	digui_st91@hotmail.com

Versión: 7
Pág. 1 de 1
Código: REG TEC 018
Fecha formato: 26/03/2014
NÚMERO DE INFORME: LACQUA 16- 1 5 8 7

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 40	TEM. AMBIENTE(°C): 18
TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural Huachi Pelileo	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 04 de agosto de 2016
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 04 de agosto al 05 de agosto de 2016	
FECHA EMISIÓN DE INFORME	08 de agosto de 2016	

### INFORME ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Coliformes Totales**	UFC/100ml	1,00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	----

# Norma de Referencia: N/A

Parámetro acreditado

\* Parámetro acreditado fuera del alcance

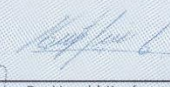
\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado

PERSONAL RESPONSABLE:

  
Ing. Cristina Flores  
ANALISTA



  
Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TÉCNICO

NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
Teléfono Móvil: 09-5363620 - info@lacquanalisis.com  
Ambato, Ecuador - Sud América



“Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio conmutables”  
[www.lacquanalisis.com](http://www.lacquanalisis.com)

### INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN  
 Nº OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	Sr. Diego López
REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:	Sergio Núñez 02-28 y Antonio Clavijo
TELÉFONO:	032 417 153
CELULAR:	099 898 5405
e - mail:	<a href="mailto:digui_st91@hotmail.com">digui_st91@hotmail.com</a>

Versión: 7
Pág. 1 de 1
Código: REG TEC 018
Fecha formato: 26/03/2014
NÚMERO DE INFORME: LACQUA 1 6 1 5 9 0


CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 42	TEM. AMBIENTE(°C): 18
TIPO DE MUESTRA:	Agua Consumo Huachi Pelileo-Tratada	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 05 de agosto de 2016
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 05 de agosto al 09 de agosto de 2016	
FECHA EMISIÓN DE INFORME	09 de agosto de 2016	


#### INFORME ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Coliformes Fecales**	NMP/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	----
Coliformes Totales**	UFC/100ml	2,00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14	----

# Norma de Referencia: N/A  
 \* Parámetro acreditado  
 \*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado

**PERSONAL RESPONSABLE:**

  
 Ing. Julia Cunalata  
 ANALISTA

  
 Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TÉCNICO

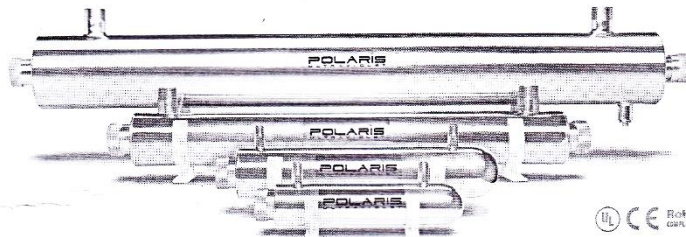
NOTA:  
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
 Teléfono Móvil: 09-5363620 - [info@lacquanalisis.com](mailto:info@lacquanalisis.com)  
 Ambato, Ecuador - Sud América

**ANEXO 6.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MÁQUINA DE PURIFICACIÓN – SEGÚN FABRICANTE**

Your **best** choice in Ultraviolet Sterilization

**POLARIS**<sup>™</sup>  
SCIENTIFIC | UV



---

**Ultraviolet Sterilization System  
Installation Instructions  
& Owner's Manual**

---

For models: UV-1, UV-2, UV-6, UV-8C, UV-12C & UV24B

**TABLE OF CONTENTS**

Safety Instructions ..... 1

Operation & Maintenance ..... 2-3

Warning Systems ..... 4

Installation ..... 5-6






Troubleshooting Guide ..... 6-7

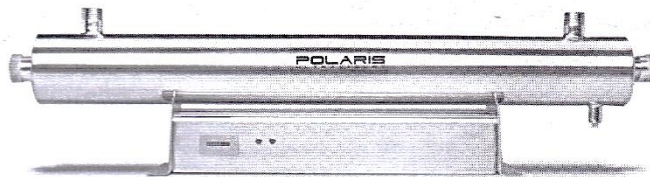
Water Chemistry ..... 7

Warranty Information ..... 8

Parts & Accessories ..... 9

Product Specifications ..... 10

LEGEND	
	CAUTION
	EYE PROTECTION
	ELECTRICAL WARNING
	PROTECTIVE GROUND
	FRAGILE



UV-24B



UV-8C



## SAFETY INSTRUCTIONS



**WARNING** - to guard against injury, basic safety precautions should be observed, including the following:

1. **READ AND FOLLOW ALL SAFETY INSTRUCTIONS.**
2. **CAUTION** - Disconnect power before servicing.
3. **DANGER** - To avoid possible electric shock, special care should be taken since water is present near electrical equipment. Unless a situation is encountered that is explicitly addressed by the provided maintenance and troubleshooting sections, do not attempt repairs yourself, refer to an authorized service technician.
4. Carefully examine the disinfection system after installation. It should not be plugged in if there is water on parts not intended to be wet.
5. Do not operate the disinfection system if it has a damaged cord or plug, if it is malfunctioning or if it is dropped or damaged in any manner.
6. Always disconnect water flow and unplug the disinfection system before performing cleaning or maintenance activities. Never yank the cord to remove from an outlet; grasp the wall plug and pull to disconnect.
7. Do not use this disinfection system for other than intended use (potable water applications). The use of attachments not recommended or sold by the manufacturer/distributor may cause an unsafe condition.
8. Intended for indoor use only. Do not install this disinfection system where it will be exposed to the weather or to temperatures below freezing. Do not store this disinfection system where it will be exposed to the weather. Do not store this disinfection system where it will be exposed to temperatures below freezing unless all water has been drained from it and the water supply has been disconnected.
9. Read and observe all the important notices and warnings on the water disinfection system.
10. If an extension cord is necessary, a cord with a proper rating should be used. A cord rated for less Amperes or Watts than the disinfection system rating may overheat. Care should be taken to arrange the cord so that it will not be ripped over or pulled.

**11. SAVE THESE INSTRUCTIONS.**



**WARNING:** The UV light given off by this unit can cause serious burns to unprotected eyes and skin. Never look directly at an illuminated UV lamp. When performing any work on the UV disinfection system always unplug the unit first. Never operate the UV system while the UV lamp is outside of the UV chamber.

*Note: The UV lamp inside of the disinfection system is rated at an effective life of approximately 9000 hours. To ensure continuous protection, replace the UV lamp annually.*

## OPERATION & MAINTENANCE INSTRUCTIONS

---

- Always disconnect power before performing any work on the ultraviolet disinfection system.
- Regularly inspect your disinfection system unit to ensure the UV light is still glowing.
- Replace the UV lamp annually (or biennially if seasonal use) to ensure a high bacteria and virus kill rate.
- Always drain the UV system when closing a cabin/cottage or leaving the unit in an area subject to freezing temperatures.

### A. UV Lamp Replacement

To replace the lamp, there is NO need to disconnect the system from the water supply, nor to drain the water from the reactor chamber. Lamp replacement is a quick and simple procedure requiring no special tools. The UV lamp must be replaced after 9,000 hours of continuous operation (approximately one year) in order to ensure adequate disinfection.



*(UV-1, UV-2, UV-6, UV-8C, UV-12C, and UV-24B)*

1. Disconnect main power source and allow the unit to power down. Remove the lamp connector by sliding the metal retaining ring away from the body of the connector. Remove the lamp from the reactor chamber. Separate the lamp from the connector. Do not twist the lamp from the connector, simply slide the two apart. Avoid touching the lamp on the glass portion. Handling the lamp at the ceramic ends is acceptable, however if you must touch the lamp glass, please use gloves, or soft cloth. Fully remove the lamp from the reactor chamber being careful not to angle the lamp as it is removed from the chamber. If the lamp is removed on an angle, pressure will be applied on the inside of the quartz sleeve, causing the sleeve to fracture.
2. To install a new lamp, first remove the lamp from its protective packaging, again being careful not to touch the lamp glass itself. Carefully insert the lamp into the reactor vessel (actually inside the quartz sleeve). Insert the lamp fully into the chamber leaving about two inches of the lamp protruding from the chamber. Next, attach the connector to the UV lamp. The connector is "keyed" and will only allow correct installation in one position. Ensure the connector is fully seated onto the UV lamp.
3. Once the lamp is fully seated on the connector, slide the connector over the aluminum retaining nut. Make sure the metal retaining ring on the connector is pulled away from the body of the connector in order that the connector may slide fully over the retaining nut. Once the connector is located fully over the retaining nut, slide the metal ring back into lock the connector in place. As this connector is keyed to the reactor chamber, make sure the depression on the connector is located over the ground lug located on the reactor chamber.

## OPERATION & MAINTENANCE INSTRUCTIONS

### B. Quartz Sleeve Replacement And/Or Cleaning:

If the water contains any hardness minerals (calcium or magnesium), iron or manganese, the quartz sleeve will require periodic cleaning. To remove the quartz sleeve, first the UV lamp as outlined above:

-  a) Shut off water supply and drain all lines.
- b) Drain the UV chamber (use a small bucket under the unit to prevent a spill), using drain port provided.
-  c) Remove nuts from chamber, checking for the free floating spring inside sleeve at the opposite end to the lamp connection (do not allow quartz sleeve to fall).
- d) Carefully remove O-rings from the quartz sleeve. As the O-ring may tend to adhere to the quartz sleeve, it is recommended to replace the O-rings annually.
- e) Clean the quartz sleeve with a cloth soaked in *CLR*, vinegar or some other mild acid and then rinse avoiding the introduction of any water to the inside of the sleeve.
- f) Re-assemble the quartz sleeve with spring in the UV chamber allowing the sleeve to protrude an equal distance from both ends of the UV chamber.
- g) Wet the O-rings and slide onto each end of the quartz sleeve and reassemble the gland nuts (hand tight is sufficient).
- h) Re-tighten all connections, turn on water and check for leaks.
- i) Re-install the UV lamp and lamp connector as per prior instructions.
- j) Reconnect system to power source.

**Note:** If the system is put on a temporary by-pass or if it becomes contaminated after the disinfection system, it will be necessary to shock the system with household bleach for a full 20 minutes before resuming use of the water.



UV-12C



UV-6C

## WARNING SYSTEMS

---

### C. Lamp Failure System (UV-1, UV-2, UV-6, UV-8C, UV-12C, and UV-24B)

The audible alarm and indicator lights on the systems continuously monitor a lamp operation. If the lamp does not start at any time, the indicator red light will glow and audible alarm will sound. This alarm indicated the UV lamp is no longer operating and must be corrected. Please refer to Troubleshooting Guide for corrective procedures.

### Ultraviolet Monitoring System

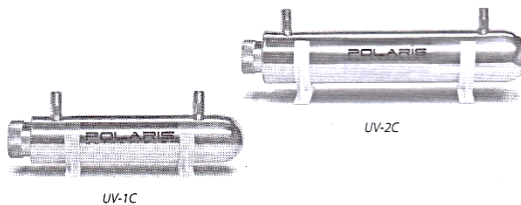
The ultraviolet system features a complete warning system for continuous water protection by constantly sensing the UV light operation. The system features a single LED indicator light, which will operate two distinct colors, **GREEN** and **RED**. When the UV output level changes, the warning system will operate in the following manner:

- GREEN** - indicates that the UV lamp is satisfactory and the unit is in good working order.
- RED** - indicates that the unit needs immediate attention, the audible alarm will automatically sound when the LED monitor light switches to red. If the lamp has been in service for a year or more it should be replaced. The quartz sleeve and/or sensor probe may require cleaning. The alarm will continue until the sensor detects adequate UV intensity. When a lamp is replaced it is recommended to clean the quartz sleeve and sensor probe prior to returning the system to service.



***THIS ADVANCED WARNING SYSTEM HAS BEEN INSTALLED TO PROVIDE YOU WITH THE OPTIMUM PRECAUTIONS TO ENSURE HIGH EFFICIENCY IN THE PROTECTION AGAINST MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION IN YOUR WATER. DO NOT DISREGARD THE WARNING LIGHTS.***

***THE BEST WAY TO CHECK UV OPERATION IS TO HAVE THE WATER TESTED FOR BACTERIA BY A RECOGNIZED TESTING AGENCY ON A REGULAR BASIS.***



---

## INSTALLING YOUR DISINFECTION SYSTEM

---

- The complete water system, including any pressure or hot water tanks, must be sterilized before start up by flushing with chlorine (household bleach) to destroy any residual contamination.
  - The disinfection system should be connected to a ground fault interrupter.
  - The disinfection system is intended for indoor use only, do not install disinfection system where it may be exposed to the weather.
  - Install the disinfection system on cold water line only.
  - If treating the entire house, install the disinfection system before any branch lines.
  - Ideally, your disinfection system should be the last treatment your water receives prior to use.
  - A 5 micron sediment filter must precede the disinfection system.
1. Remove the disinfection system from the shipping carton. For shipping purposes, the UV lamp is packed in a separate tube. Set the lamp aside for use later. The disinfection system should be mounted in the horizontal position, with the inlet/outlet ports facing up. If the system must be installed in the vertical position, make sure the inlet port is the one at the bottom of the system. Mount the unit in a clear space with at least 36" (91.5 cm) of space at the lamp end to facilitate lamp and or quartz sleeve removal. Fasten the disinfection system to a suitable mounting platform with reinforcements.
  2. It is recommended to install a suitable flow restrictor in order that the flow rate. The use of a by-pass with shut-off valves is recommended for emergency use of untreated water when your disinfection system is being serviced. Apply two turns of Teflon tape around the port threads to ensure a tight join before connecting unions.

*Note: When the UV unit has been by-passed for service, the complete water system must be sterilized once again with chlorine to destroy any contamination that may have passed during by-pass.*

**DO NOT SOLDER CONNECTIONS WHILE ATTACHED TO THE DISINFECTION SYSTEM AS THIS COULD DAMAGE THE O-RING SEALS.**

3. When all plumbing connections are made, **slowly** turn on the water supply and check for leaks. The most likely cause for leaks is from the O-ring seal. In case of a leak, shut water off, drain cell, remove the retainer nut, wipe the O-ring and threads clean and re-install.
4. Once it is determined that there are no leaks, **very carefully** slide the UV lamp into the UV chamber making sure the lamp pins are accessible for connection with the lamp connector cable. Attach the lamp connector to the UV lamp, as outlined in "UV Lamp Replacement" on page 5. Plug the disinfection system into the ground fault interrupter, and check to see if the UV lamp is illuminated. **NEVER LOOK DIRECTLY AT THE BURNING UV LAMP.** Allow the water to run for a few minutes to clear any air or dust that may be in the cell.

## INSTALLATION NOTES & TROUBLESHOOTING GUIDE

### Installation Notes

When there is no flow, the water in the cell will become warm, as the UV disinfection system lamp is always on. To remedy this, run cold water tap anywhere in the house for a minute to flush out the warm water.

As the system requires time to reach its full operating capacity, please allow the disinfection system to operate 3-5 minutes prior to using the water from unit. In addition, to clear any air or debris from the system, open the faucet and allow water to run through the disinfection system for 2-3 minutes.

### Troubleshooting Guide

<b>CAUTION:</b> When performing any work on the disinfection system unplug the unit first and never look directly at the burning UV lamp.		
SYMPTOM	POSSIBLE CAUSES	REMEDY
<b>PRESSURE DROP</b>	The sediment pre-filter is clogged	Replace filter cartridge with appropriate five micron cartridge. NOTE: Check source of water supply as fluctuations may occur in source pressure
<b>HIGH BACTERIA COUNT</b>	Quartz sleeve is stained or dirty	Clean sleeve with scale cleaner and eliminate source staining problem
	The UV lamp is spent	Replace UV lamp
	Change in feedwater quality	Have the source water tested to ensure it is still within the allowable parameters for use with this unit
	Contamination after disinfection system	It is imperative that the effluent water stream be shocked with chlorine after the water leaves the disinfection system the disinfection system must have a bacteria free distribution system to work effectively
<b>WARM PRODUCT WATER</b>	Common problem caused by infrequent use	Run water
<b>WARM WATER APPEARS "MILKY"</b>	Caused by air in the water lines	Run water until air is purged
<b>UNIT LEAKING WATER</b>	Problem with O-ring seals (on gland nuts and/or sensor probe on monitored units)	Ensure the O-ring is in place, check for cuts or abrasions, clean O-ring, moisten with water and re-install, replace if necessary
	Condensation on reactor chamber caused by excessive humidity	Check location of disinfection system and control humidity
	Inadequate inlet/outlet port connections	Check thread connections, re-seal with Teflon tape and re-tighten

## TROUBLESHOOTING GUIDE & WATER CHEMISTRY

SYSTEM STATUS			REMARKS
LAMP STATUS (GREEN LED)	AUDIBLE ALARM	UV LAMP	
<b>ON</b>	<b>OFF</b>	<b>ON</b>	Correct operating conditions, units is functioning properly
<b>OFF</b>	<b>ON</b>	<b>OFF</b>	The UV lamp is spent, requires replacement lamp.  UV lamp not connected to power source.  Check connection and reconnect lamp.  Ballast has switched off. To reset ballast remove power to unit by disconnecting power cord from electrical plug for a minimum of 30 seconds then reapply power.  LED indicator burnt out or wire lead broken. Replace LED assembly.
<b>OFF</b>	<b>OFF</b>	<b>ON</b>	LED indicator burnt out or wire lead broken. Replace LED assembly.

### WATER CHEMISTRY

Water quality is extremely important for the optimum performance of your UV system. The following levels are recommended for installation:

- Iron: < 0.3 ppm (0.3 mg/L)
- Hardness \*: < 7 gpg (120 mg/L)
- Turbidity: < 1 NTU
- Manganese: < 0.05 ppm (0.05 mg/L)
- Tannins: < 0.1 ppm (0.1 mg/L)
- UV Transmittance: > 75%  
(Call factory for recommendations on applications where UVT < 75%)

*\* Where total hardness is less than 7 gpg, the UV unit should operate efficiently provided the quartz sleeve is cleaned periodically. If total hardness is over 7 gpg, the water should be softened.*

If your water chemistry contains levels in excess of those mentioned above, proper pre-treatment is recommended to correct these water problems prior to the installation of your UV disinfection system. These water quality parameters can be tested by your local dealer, or by most private analytical laboratories. Proper pre-treatment is essential for the UV disinfection system to operate as intended.

## WARRANTY INFORMATION

---

Polaris Scientific Ultraviolet™ warrants the ultraviolet disinfection system's hardware and electrical systems to be free from defects in material and workmanship for a period of **five** (5) years from the date of purchase by the original owner on a pro-rated basis. Polaris Scientific Ultraviolet™ warrants the ultraviolet lamps and sensor probes to be free from defects in material and workmanship for a period of **one** (1) year and the reactor chamber for a period of **seven** (7) years. The warrantor will at its option and expense, either repair or replace such units subject to the following conditions, exceptions, and exclusions.

### Conditions, Exceptions, And Exclusions

The foregoing limited Warranty is subject to the following terms and conditions:

1. Water passed through the unit must fall within the following parameters:

- a) Iron: <0.3 ppm (0.3 mg/L)
- b) Hardness\*: <7 gpg (120 mg/L)
- c) Turbidity: < 1 NTU
- d) Manganese: < 0.05 ppm (0.05 mg/L)
- e) Tannins: < 0.1 ppm (0.1 mg/L)
- f) UV Transmittance: > 75% (call factory for recommendations on applications where UVT < 75%)

*\* Where total hardness is less than 7 gpg, the water should be softened*

**Warranty will be void, if the proper steps are not taken to ensure that these impurities are not present.**

2. This limited Warranty shall not apply to any unit which has been repaired or altered by anyone other than the Warrantor or by a person authorized by the Warrantor, nor to any units which have been subject to misuse, neglect, or accident. Do not remove any of the products labels. Warranty will be deemed null and void if any of the products original labels are removed.
3. This limited Warranty runs exclusively to the original Consumer and with respect to the original installation only.
4. **WARRANTOR SHALL NOT BE LIABLE FOR ANY INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES.**
5. This limited Warranty excludes the cost of labor in removing any defective unit or installing any replacement unit. This limited Warranty applies only to a unit when returned to the Warrantor at the owner's expense and in accordance with shipping instructions received from the Warrantor.



## PARTS & ACCESSORIES

Part Number	Lamp	Quartz Sleeve	Electronic Ballast	Additional Accessories Specific to Your UV System					
UV-1C	GL105E4P	QS 10	EB-1024	UV-NUT-1	-	-	UV-SEAL	UV-WASHER	UV-PLUG
UV-2C	GL145E4P	QS 14	EB-1024	UV-NUT-1	-	-	UV-SEAL	UV-WASHER	UV-PLUG
UV-6C	GL245E4P	QS 24	EB-2439	UV-NUT-1	-	-	UV-SEAL	UV-WASHER	UV-PLUG
UV-8C	GL395E4P	QS 32	EB-2439	UV-NUT-1/UV-NUT-2	UV-32 SPRING	-	UV-SEAL	UV-WASHER	UV-PLUG
UV-12C	GL395E4P	QS 39	EB-2439	UV-NUT-1/UV-NUT-2	UV-39 SPRING	-	UV-SEAL	UV-WASHER	UV-PLUG
UV-24B	GL395E4P	QS 39	EB-2439	UV-NUT-1/UV-NUT-2	UV-39 SPRING	UV-TIMER	UV-SEAL	UV-WASHER	UV-PLUG
UV-36B	GL395E4P	QS 39	EB-2439	UV-NUT-1/UV-NUT-2	UV-39 SPRING	UV-TIMER	UV-SEAL	UV-WASHER	UV-PLUG
UV-50B	GL395E4P	QS 39	EB-2439	UV-NUT-1/UV-NUT-2	UV-39 SPRING	UV-TIMER	UV-SEAL	UV-WASHER	UV-PLUG
UV-60B	GL395E4P	QS 39	EB-2439	UV-NUT-1/UV-NUT-2	UV-39 SPRING	UV-TIMER	UV-SEAL	UV-WASHER	UV-PLUG
UV-80B	GL395E4P	QS 39	EB-2439	UV-NUT-1/UV-NUT-2	UV-39 SPRING	UV-TIMER	UV-SEAL	UV-WASHER	UV-PLUG
UV-100B	GL395E4P	QS 39	EB-2439	UV-NUT-1/UV-NUT-2	UV-39 SPRING	UV-TIMER	UV-SEAL	UV-WASHER	UV-PLUG



**UV-NUT-1**  
Stainless Steel Long Nut  
for Wire Connection  
for Models UV-1C - UV-100B



**UV-NUT-2**  
Stainless Steel Short Nut  
for End Plug  
for Models UV-8C - UV-100B



**UV-PLUG**  
Plastic Plug for Nuts  
for Models  
UV-1C - UV-100B



**UV-SEAL**  
Seal for Sleeve and Nut  
for Models  
UV-1C - UV-100B



**UV-WASHER**  
Washer for Sleeve and Nut  
for Models  
UV-1C - UV-100B



**UV-32SPRING**  
Stainless Steel Spring  
for Model UV-8C



**UV-39SPRING**  
Stainless Steel Spring  
for Model UV-12C - UV-100B



**UV-TIMER**  
Counter/Timer  
for Models UV-24B - UV-100B



**EB-1024**  
Ballast for 10W-17W 110V/220V  
for Models UV-1C & UV-2C



**EB-2439**  
Ballast for 24W-39W 110V/220V  
for Models UV-6C - UV-100B

**GL105E4P**  
10W 212mm Germicidal Lamp  
Single End 4 Pin 254mm  
for Models AUV-1C

**GL325E4P**  
32W 645mm Germicidal Lamp  
Single End 4 Pin 254mm  
for Models AUV-8C

**QS10**  
Quartz Sleeve 245mm  
for 10W UV Lamp  
for Model AUV-1C

**QS32**  
Quartz Sleeve 665mm  
for 32W UV Lamp  
for Model AUV-8C

**GL145E4P**  
14W 287mm Germicidal Lamp  
Single End 4 Pin 254mm  
for Models AUV-2C

**GL395E4P**  
39W 843mm Germicidal Lamp  
Single End 4 Pin 254mm  
for Models AUV-12C - AUV-100B

**QS14**  
Quartz Sleeve 331mm  
for 14W UV Lamp  
for Model AUV-2C

**QS39**  
Quartz Sleeve 890mm  
for 39W UV Lamp  
for Models AUV-12C - AUV-100B

**GL245E4P**  
24W 436mm Germicidal Lamp  
Single End 4 Pin 254mm  
for Models AUV-6C

**QS24**  
Quartz Sleeve 535mm for  
24W UV Lamp  
for Model AUV-6C

## PRODUCT SPECIFICATIONS

Part Number	GPM (LPM)	Rated Life (hrs)	Lamp Watt	Voltage at 50/60Hz	Visual Warning	Audible Warning	# of Lamps	Port Size I/O	Water Chamber	Timer	Length	Width	Max. Pressure	Working Temp.	Wavelength	Microspales
UV-1C	1 (3.8)	9,000	10W	110V/220V	LED	BUZZER	1	1/4" MNPT	STAINLESS 304		10.47"	2"	125 PSI	35°F - 104°F (1.67°C - 40°C)	254 nm	30 mJ/cm <sup>2</sup>
UV-2C	2 (7.57)	9,000	14W	110V/220V	LED	BUZZER	1	1/4" MNPT	STAINLESS 304		13.74"	2.5"	125 PSI	35°F - 104°F (1.67°C - 40°C)	254 nm	30 mJ/cm <sup>2</sup>
UV-6C	6 (22.71)	9,000	24W	110V/220V	LED	INDICATOR W/ALARM	1	1/2" MNPT	STAINLESS 304		23.23"	2.5"	125 PSI	35°F - 104°F (1.67°C - 40°C)	254 nm	30 mJ/cm <sup>2</sup>
UV-8C	8 (30.28)	9,000	32W	110V/220V	LED	INDICATOR W/ALARM	1	3/4" MNPT	STAINLESS 304		27.87"	2.5"	125 PSI	35°F - 104°F (1.67°C - 40°C)	254 nm	30 mJ/cm <sup>2</sup>
UV-12C	12 (45.52)	9,000	39W	110V/220V	LED	INDICATOR W/ALARM	1	3/4" MNPT	STAINLESS 304		36.81"	2.5"	125 PSI	35°F - 104°F (1.67°C - 40°C)	254 nm	30 mJ/cm <sup>2</sup>
UV-24B	24 (90.85)	9,000	39W	110V/220V	LED	INDICATOR W/ALARM	2	1" MNPT	STAINLESS 304	✓	36.93"	3.5"	125 PSI	35°F - 104°F (1.67°C - 40°C)	254 nm	30 mJ/cm <sup>2</sup>
UV-36B	36 (136.27)	9,000	39W	110V/220V	LED	INDICATOR W/ALARM	3	1.5" MNPT	STAINLESS 304	✓	36.93"	5.5"	125 PSI	35°F - 104°F (1.67°C - 40°C)	254 nm	30 mJ/cm <sup>2</sup>
UV-50B	50 (189.27)	9,000	39W	110V/220V	LED	INDICATOR W/ALARM	4	1.5" MNPT	STAINLESS 304	✓	36.93"	5.5"	125 PSI	35°F - 104°F (1.67°C - 40°C)	254 nm	30 mJ/cm <sup>2</sup>
UV-60B	60 (227.12)	9,000	39W	110V/220V	LED	INDICATOR W/ALARM	5	2" OR 2.5" FLANGE	STAINLESS 304	✓	36.93"	5.5"	125 PSI	35°F - 104°F (1.67°C - 40°C)	254 nm	30 mJ/cm <sup>2</sup>
UV-80B	80 (302.83)	9,000	39W	110V/220V	LED	INDICATOR W/ALARM	6	2" OR 2.5" FLANGE	STAINLESS 304	✓	36.93"	6.25"	125 PSI	35°F - 104°F (1.67°C - 40°C)	254 nm	30 mJ/cm <sup>2</sup>
UV-100B	100 (378.54)	9,000	39W	110V/220V	LED	INDICATOR W/ALARM	8	2" OR 2.5" FLANGE	STAINLESS 304	✓	36.93"	8.62"	125 PSI	35°F - 104°F (1.67°C - 40°C)	254 nm	30 mJ/cm <sup>2</sup>

### UV Performance


Polaris Scientific Ultraviolet™ Sterilization Systems germicidal lamps are specially designed Ultraviolet radiation lamps which produce a rated wavelength of 254nm. Ultraviolet radiation in the 200-300 nm range is very effective in killing microorganisms such as bacteria, virus, mold and yeast.

Polaris Scientific Ultraviolet™ Sterilization Systems are ideal for use in drinking water, waste water and ground water remediation. They are also ideal for bottling plants, pharmaceutical applications, semiconductor sterilization and the food industry.

### Ballast

Polaris Scientific Ultraviolet™ Sterilization Systems utilize a natural quartz sleeve to protect the lamp and allow the maximum amount of UV rays to penetrate and disinfect the water.

Polaris Scientific Ultraviolet™ Sterilization Systems are your best choice in Ultraviolet Sterilization. With their durable construction, high quality quartz sleeve and performance lamps you simply can't go wrong!

 <p><b>POLARIS™</b> SCIENTIFIC   UV</p> <p>PO Box 927, Chino Hills, CA 91709 USA</p>	<p><b>DISTRIBUTED BY:</b></p>
---	-------------------------------

## ANEXO 7.- OFICIO DE DONACIÓN DE PROTOTIPO DE MAQUINA DE RADIACIÓN UV

 **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO - INGENIERÍA CIVIL** 

Ambato, 24 de noviembre de 2016  
**FICM-LABIC-059-2016**

Ingeniero  
Francisco Pazmiño Gavilanes, Mg.  
**DECANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
Presente

De mi consideración:

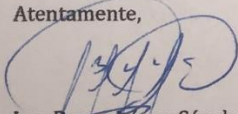
En atención al oficio S/N, con fecha: Ambato 20 de julio de 2016, suscrito por el Sr. Diego Santiago López Torres, al respecto me permito informar que una vez realizado la prueba y comprobado el funcionamiento del equipo, debo manifestar que el Señor antes mencionado, con cedula de ciudadanía N°: 180328189-6, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la carrera de Ingeniería Civil, presento el equipo, artículos y materiales utilizados en su proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, bajo el tema: "TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO CON RADIACIÓN UV, PARA LA INACTIVIDAD DE COLIFORMES". La misma que servirá como aporte académico para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil en los Laboratorios y deja como donación el equipo utilizado en el desarrollo del proyecto de investigación, mismo que consta de los siguientes elementos:


- 1 filtro sedimentador
- 1 filtro carbón activo
- 1 lámpara de radiación UV
- 1 bomba sumergible
- Sistema de mangueras de entrada y salida de agua del equipo
- Instructivo del uso del equipo

Particular que informo para su respectivo análisis y fines pertinentes.

Con sentimientos de alta consideración y estima.

Atentamente,

  
Ing. Byron López Sánchez  
**TÉCNICO DE LABORATORIO**  
**INGENIERÍA CIVIL - FICM - UTA.**






Adjunto: Oficio

BL/bi



---

 Cda. Universitaria - Campus Huachi. Av. Los Chasquis y Rio Payamino /  098 - 797 - 4949 /  [bl.lopez@uta.edu.ec](mailto:bl.lopez@uta.edu.ec)

Ambato, 20 de julio de 2016

Ing. Msc  
Francisco Pazmiño  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
Presente



De mis consideraciones

Yo, LOPEZ TORRES DIEGO SANTIAGO, con CI: 1803281896, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Carrera de Ingeniería Civil, me dirijo a usted para dejarle constancia de la entrega del prototipo de la máquina purificadora de agua por medio de radiación ultravioleta al laboratorio de Hidráulica y de esta manera se me permita la utilización de la misma en las instalaciones del laboratorio, para realizar prácticas con respecto a mi Trabajo Experimental, con el Dr. Vinicio Jaramillo como Tutor.

Por la favorable atención que se digne dar a la presente anticipo mis debidos agradecimientos.

Atentamente,

LOPEZ TORRES DIEGO SANTIAGO  
CI: 1803281896

*PJ.*  
*Jg. Byron López*  
*informe*  
*20-07-16*  
*Recebo*  
*28/07/2016*  
*11/11/2016*  
*Recebo*  
*28/07/2016, 14H30*  
*Vinicio Giallo*

## ANEXO 8.- PAPER

---

# TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO CON RADIACIÓN UV, PARA LA INACTIVACIÓN DE COLIFORMES

---

**Diego S. López T.**  
**Tutor: Ing. Mg. Francisco Pazmiño**

*Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
Ambato, Ecuador, e-mail: digui\_st91@hotmail.com*

**Resumen:** *La presente investigación tiene como objetivo realizar un análisis comparativo entre agua cruda captada para los procesos de potabilización y el sistema de radiación UV para agua de consumo humano. La generación artificial de la luz UV se realiza a través de un emisor (lámpara) de cuarzo puro el mismo que genera una longitud de onda de radiación de 254 nm, todo microorganismo es inactivado en el rango de 200nm-300nm de longitud de onda de radiación.*

**Palabras clave:** *Agua, Radiación UV, Longitud de Onda, Microorganismo.*

**Abstract:** *The present investigation has as aim realize a comparative analysis between raw water caught for the processes of potabilización and the system of radiation UV for water of human consumption. The artificial generation of the light UV carries out across an issuer (lamp) of pure quartz the same one that general a wave length of radiation of 254 nm, any microorganism is inactivated in the range of 200nm-300nm of wave length of radiation.*

**Keywords:** *Water, Radiation UV, Length of Wave, Microorganism.*

---

### I. INTRODUCCIÓN

#### Calidad del Agua y Salud

La calidad del agua y la salud humana se consideran esenciales en la prevención de este tipo de enfermedades y en el mejoramiento de la calidad de vida. Así, la remoción e inactivación de agentes patógenos microbianos en el agua potable es esencial para proteger la salud pública. Por lo tanto, existen tecnologías convencionales que se utilizan para remover y/o inactivar microorganismos patógenos presentes en aguas contaminadas, minimizando la probabilidad de transmisión de enfermedades [1]

La luz ultravioleta (UV) es una alternativa establecida y de creciente adaptación al uso de químicos para la desinfección de agua, agua residual y de aguas industriales de varias calidades. Los sistemas de desinfección UV pueden ser diseñados para un rango vasto de aplicaciones siempre que se dé la atención debida a la calidad del agua siendo desinfectada y los objetivos de desinfección buscados [2]

Dentro del país comienza a ser tendencia el uso de tecnología para desinfección de agua a través de radiación UV para inactivar agentes patógenos. Estas investigaciones se llevan

ya a cabo en nuestro país como la propuesta de investigación del Ingeniero Gabriel Calderón el mismo que planteó y presentó un, "prototipo en línea de un sistema de tratamiento de aguas residuales a base de luz ultravioleta" [3]

Las actuales políticas han influenciado en los criterios de los mandantes generando proyectos de calidad y con alta tecnología sin repercusión medio ambiental y priorizando la salud, entendiéndose que el agua es un recurso vital para el desarrollo social por lo que éste, debe tener calidad y satisfacer los requerimientos permanentes. En cuanto a la ley y la política se refiere el Plan Nacional del buen vivir tiene objetivos claros en cuanto a la calidad de vida tales como: Objetivo 3. Mejorar la calidad de vida de la población. [4]

El empleo de radiación ultravioleta (UV) en el proceso de tratamiento de aguas para el consumo humano no altera ni modifica las propiedades químicas propias del agua lo que nos da la factibilidad y viabilidad de desinfección, que respeta el medio ambiente, generando una calidad óptima de este recurso. [5]

Con el propósito de mantener el equilibrio ambiental y brindar seguridad pública se piensa en una solución para una desinfección eficaz adoptando la radiación ultravioleta (UV)

como la opción más adecuada de tratamiento en nuestra localidad. [6]

## II. METODOLOGÍA

La muestra se tomó en forma de colección para generar los análisis necesarios para verificar la hipótesis de esta investigación, entendiéndolo mejor, la recopilación comprenderá de: muestras tomadas a las 12 am en el sector de Huachi San Francisco del Canal Huachi Pelileo del lapso, 25 de Julio al 29 de Julio, dos muestras por día obteniendo un total de 2000 ml en la semana que se analizará el agua del sector.

Para sustentar el presente proyecto experimental a más de basar el criterio en el éxito de la radiación UV a través de la historia, también se hace hincapié en el uso de las normativas y leyes vigentes como fundamento legal del proyecto:

- NORMA ECUATORIANA NTE INEN 1 108:2006
- PAC NACIONAL CON RESPECTO AL EJERCICIO FISCAL 2016
- NORMA EPA 832-F-99-064 - FOLLETO INFORMATIVO DE TECNOLOGÍA DE AGUAS RESIDUALES

Nº	NORMA	SECCIÓN/CAPÍTULO
1	NTE INEN 1:108:2006 AGUA POTABLE. REQUISITOS	3. DEFINICIONES
		5. REQUISITOS
		6. INSPECCIÓN
		7. MÉTODOS DE ENSAYO
2	PLAN ANUAL DE CONTRATACIONES 2016	PAC Inicial 2016 A NIVEL NACIONAL - Abastecimiento de Agua Potable
3	NORMA EPA	Folleto informativo de tecnología de aguas residuales

### • CONCEPTUALIZACIÓN

**COLIFORMES TOTALES.-** Son bacterias considerablemente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales.

**COLIFORMES FECALES.-** Son bacterias de origen intestinal, se introducen en dentro del medio ambiente por medio de las heces de humanos y animales.

### • AGUA SIN TRATAR

El concepto de agua sin tratar en este estudio se refiere al agua obtenida en el Canal Huachi-Pelileo que no ha pasado por ningún tipo de tratamiento de desinfección ni purificación.

Esta Agua fue tomada en el mes de Agosto durante cinco días empezando el primero de Agosto y culminando el 5 de Agosto del 2016 , todas estas muestras fueron tomadas al medio día 12:00

### • AGUA TRATADA

El concepto de Agua Tratada en este estudio se refiere al agua obtenida en el Canal Huachi-Pelileo la misma que ha sido sometida al proceso de desinfección con radiación ultravioleta en los laboratorios de Química de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para finalmente obtener una muestra libre de coliformes fecales y totales.

### MÉTODO DE DESINFECCIÓN POR RADIACIÓN UV

De todos los métodos de desinfección actual, la luz ultravioleta (UV) es el más eficiente, económico y seguro. Más aún, su acción germicida se realiza en segundos o en fracciones de éstos, además es ambientalmente el método más adecuado. La luz UV se produce naturalmente dentro del espectro electromagnético de las radiaciones solares en el rango comprendido entre 200 y 300 nanómetros (nm) conocido como UV-C, el cual resulta letal para los microorganismos. [7]

### EFFECTIVIDAD DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

La generación artificial de la luz UV se realiza por medio de una lámpara de cuarzo puro y un gas inerte , conforme se incrementa la energía eléctrica, el calor producido por la lámpara también aumenta junto con la presión interna del gas, produciendo la luz UV. El prototipo presentado en el actual trabajo de experimentación la lámpara UV produce un espectro de onda de 254 nanómetros

El ADN, o ácido desoxirribonucleico, contiene las instrucciones genéticas de las células vivas. Toda Célula viva debe tener ADN intacto para funcionar correctamente.

La propiedad internas que tiene el ADN, presente en el núcleo de las moléculas de todos los microorganismos puede absorber la radiación UV produciendo el efecto de rompimiento de las cadenas de los aminoácidos de proteínas, causando una alteración metabólica afectando su sistema reproductivo y logrando así su inactivación, eliminando sus propiedades para producir enfermedades y su capacidad de reproducción y formación de nuevas colonias. [7]

**III. ANÁLISIS DE RESULTADOS**  
**COLIFORMES TOTALES – MUESTRA SIN TRATAR**

Nº	FECHA DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
1	01/08/16	Coliformes totales	UFC/100	52.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14
2	02/08/16	Coliformes totales	UFC/100	29.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14
3	03/08/16	Coliformes totales	UFC/100	114.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14
4	04/08/16	Coliformes totales	UFC/100	68.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14
5	05/08/16	Coliformes totales	UFC/100	80.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14

**Tabla#1.** Coliformes Totales – Muestra Sin Tratar



**Gráfica #1.** Muestra sin Tratar, Coliformes Totales

**COLIFORMES FECALES – MUESTRA SIN TRATAR**

Nº	FECHA DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
1	01/08/16	Coliformes fecales	NMP/100 ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14
2	03/08/16	Coliformes fecales	NMP/100 ml	2.00	PRO TEC 036 / AOAC 991.14
3	05/08/16	Coliformes fecales	NMP/100 ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14

**Tabla#2.** Coliformes Fecales – Muestra Sin Tratar



**Gráfica #2.** Muestra Sin Tratar, Coliformes Fecales.

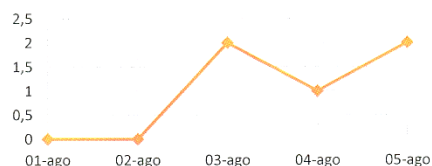
Las tablas 1 y 2 presentan los resultados del agua captada en el canal Huachi - Pelileo sector Huachi Grande, las muestras para analizar este trabajo experimental fueron tomadas en la semana del 01 de Agosto al 05 de Agosto entre las 12:00 y la 1:00 pm, las mismas que fueron analizadas en el laboratorio Lacquanálisis S.A. evidenciando la presencia de Coliformes totales y fecales en este tipo de aguas. Obteniendo resultados para coliformes totales:

- 01 de Agosto de 2016 una cantidad de 52 UFC/100ml.

- 02 de Agosto de 2016 una cantidad de 29 UFC/100ml.
- 03 de Agosto de 2016 una cantidad de 114 UFC/100ml.
- 04 de Agosto de 2016 una cantidad de 68 UFC/100ml.
- 05 de Agosto de 2016 una cantidad de 80 UFC/100ml.

Entendiéndose que la mayor cantidad de Coliformes el día miércoles 03 de Agosto debido a las condiciones climatológicas específicamente lluvia la noche anterior puesto que hubo mayor cantidad de sedimentos en el canal provocando una creciente en la unidad formadora de colonias de Coliformes.

### MUESTRA TRATADA - COLIFORMES TOTALES



Gráfica #3. Muestra Tratada, Coliformes Totales.

Como resultado de coliformes fecales:

- 01 de Agosto de 2016 una ausencia.
- 03 de Agosto de 2016 una cantidad de 2 NMP/100ml.
- 05 de Agosto de 2016 una ausencia.

Los coliformes fecales no se encuentran en gran cantidad como los coliformes totales, sin embargo este tipo de coliformes son más perjudiciales para la salud a pesar de su cantidad mínima.

### COLIFORMES FECALES – MUESTRA TRATADA

N o	FECHA DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
1	01/08/16	Coliformes fecales	Nmp/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14
2	03/08/16	Coliformes fecales	Nmp/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14
3	05/08/16	Coliformes fecales	Nmp/100ml	Ausencia	PRO TEC 036 / AOAC 991.14

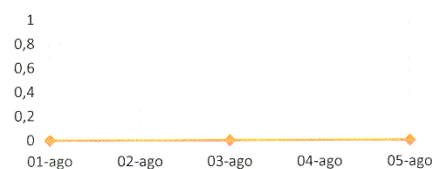
Tabla #4. Coliformes Fecales, Muestra Tratada

### COLIFORMES TOTALES – MUESTRA TRATADA

N o	FECHA DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
1	01/08/16	Coliformes totales	UFC/100	Ausencia	PRO TEC 035 / AOAC 991.14
2	02/08/16	Coliformes totales	UFC/100	Ausencia	PRO TEC 035 / AOAC 991.14
3	03/08/16	Coliformes totales	UFC/100	2.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14
4	04/08/16	Coliformes totales	UFC/100	1.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14
5	05/08/16	Coliformes totales	UFC/100	2.00	PRO TEC 035 / AOAC 991.14

Tabla # 3. Coliformes Totales, Muestra Tratada.

### MUESTRA TRATADA - COLIFORMES FECALES



Gráfica #4. Muestra Tratada Coliformes Fecales



Las tablas 10 y 11 muestran resultados del agua captada en el canal Huachi - Pelileo sector Huachi Grande , las que fueron obtenidas en la semana del 01 de Agosto al 05 de Agosto entre las 12:00 y la 1:00 pm , las mismas que fueron tratadas en el laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato mediante el uso del sistema purificador con Radiación Ultravioleta y posteriormente analizadas en el laboratorio Lacquanálisis S.A. Evidenciando la Inactivación de Coliformes totales y fecales casi en su totalidad .

Obteniendo resultados para coliformes totales:

- 01 de Agosto de 2016 una ausencia.
- 02 de Agosto de 2016 una ausencia.
- 03 de Agosto de 2016 una cantidad de 2 UFC/100ml.
- 04 de Agosto de 2016 una cantidad de 1 UFC/100ml.
- 05 de Agosto de 2016 una cantidad de 2 UFC/100ml.

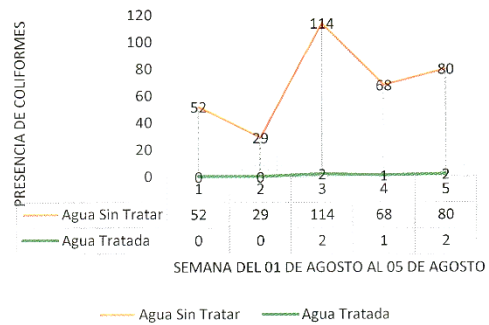
Como resultado de coliformes fecales:

- 01 de Agosto de 2016 una ausencia.
- 03 de Agosto de 2016 una ausencia.
- 05 de Agosto de 2016 una ausencia.

Los Coliformes Fecales por presentarse en menor cantidad en las muestras, fueron inactivados en su totalidad.

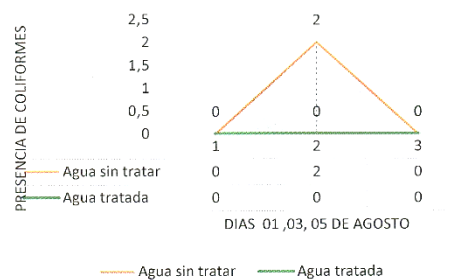
Los Coliformes Totales en los dos primeros días fueron inactivados en su totalidad sin embargo la noche que hubo presencia de lluvia por ser el canal Huachi – Pelileo un canal abierto los sedimentos se acarrear al mismo con mayor facilidad obteniendo mayores sedimentos en el proceso de tratado del agua .Esto causa que los microorganismos encuentren un refugio para protegerse de la luz ultravioleta la misma que alterando su ADN los eliminaría, sin embargo la cantidad que se mantiene en el agua tratada es mínima haciendo que los resultados satisfagan a los parámetros de la norma NTE INEN 1 108:2006

**Gráfico de Comparación Coliformes Totales**



**Gráfica # 5. Comparación de Coliformes Totales**

**Gráfico de Comparación Coliformes Fecales**



**Gráfica # 6. Comparación de Coliformes Fecales**

#### IV. CONCLUSIONES

- La radiación Ultravioleta es capaz de inactivar la contaminación microbiológica producida por la presencia de Coliformes Totales tomando estadísticamente la media de 68.6UFC a 1 UFC
- La radiación Ultravioleta es capaz de inactivar la contaminación microbiológica producida por la presencia de Coliformes Fecales tomando estadísticamente la media de 0,66 NMP a 0 NMP

- Los ensayos realizados a las muestras de agua se efectuaron bajo el uso de la norma NTE INEN 1 108:2006 Cumpliendo con la misma.
  - Tras la realización de los ensayos, se evidencia que si no hay una buena sedimentación del agua, la efectividad de este método baja, puesto que la presencia de sedimentos da lugar a que los microorganismos no sean expuestos a la radiación para lo cual se necesita emplear filtros de menor diámetro de micras para alcanzar su efectividad total
  - Usar Filtro de retención menor a 5 micras de diámetros para obtener la efectividad total del prototipo.
  - Usar Filtro de Carbón Activo menor a 5 micras de diámetros para obtener la efectividad total del prototipo.
  - Incentivar a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil a continuar analizando y mejorando el uso de este sistema de purificación de agua.
  - Incentivar a los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica profundizar en nuevos métodos de purificación de agua potable en el alumnado.
  - El empleo de la radiación UV para eliminar coliformes totales y fecales en el agua cruda para la obtención de agua apta para el consumo humano es fiable.
- [5] V. I. Mendoza, «Desinfección de Agua mediante procesos avanzados de oxidación promovidos por radiación ultravioleta y visible utilizando materiales fotosensibles,» Cholula, Puebla, Mexico, 2010.
- [6] Trojan Technologies, «trojanuv,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.trojanuv.com/es/aplicaciones/aguasresiduales>. [Último acceso: 03 05 2016].
- [7] [agua-purificacion.blogspot.com](http://agua-purificacion.blogspot.com), «agua-purificacion.blogspot.com,» 3 Enero 2010. [En línea]. Available: <http://agua-purificacion.blogspot.com/2010/01/tratamiento-de-agua-por-rayos.html>. [Último acceso: 31 Octubre 2016].

## REFERENCIAS

### V. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Gutierrez & Delgado, «Importancia de la Desinfección de Agua,» 2006.
- [2] H. B. Wright y W. L. Cairns, «DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE LUZ ULTRAVIOLETA,» Trojan Technologies Inc, London, Ontario, Canada , 2011.
- [3] G. R. Calderón Landy, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO EN LINEA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A BASE DE LUZ ULTRAVIOLETA,» Cuenca, 2014.
- [4] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Plan Nacional del Bueno Vivir, Quito Ecuador, 2013.