



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DEL SISTEMA DE CAPTURA DE AGUA  
ATMOSFÉRICA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera  
en Medio Ambiente

Autor:

Molina Pulloquina Karina Iveth

Tutor:

PhD. Vicente de la Dolorosa Cordova Yanchapanta

Latacunga – Ecuador

Agosto 2017

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo, **Molina Pulloquina Karina Iveth** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“Implementación de un prototipo del sistema de captura de agua atmosférica para el consumo humano en la facultad CAREN”**, siendo **PhD. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



**MOLINA PULLOQUINGA KARINA IVETH**

**C.I. 050359834-4**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebra **MOLINA PULLOQUINGA KARINA IVETH**, identificada con C.C. N° **050359834-4** de estado civil **soltera** y con domicilio en la **Ciudadela Nueva Vida Calle Monte Blanco y Boquerón**, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería de Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Unidad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - **Marzo – Agosto**

Fecha de inicio de carrera: **Marzo 2012**

Fecha de finalización: **Agosto 2017**

Aprobación HCA. - **Abril – Agosto 2017**

Tutor. - **PhD. Vicente de la Dolorosa Cordova Yanchapanta**

Tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DEL SISTEMA DE CAPTURA DE AGUA ATMOSFÉRICA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando

profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva,

dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo LA CEDENTE podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA**

podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de LA CEDENTE en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, 9 días del mes de Agosto 2017.



.....  
Srta. Molina Pulloquinga Karina Iveth

**EL CEDENTE**

.....

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

**EL CESIONARIO**

## **AVAIL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“Implementación de un prototipo del sistema de captura de agua atmosférica para el consumo humano en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales”, de Molina Pulloquina Karina Iveth, de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.**

Latacunga, Julio, 2017

Tutor

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'V' followed by several horizontal strokes and a final flourish.

**PhD. Vicente de la Dolorosa Cordova Yanchapanta**

**C.I: 1801634922**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de **Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**; por cuanto, la postulante: **Molina Pulloquina Karina Iveth** con el título de Proyecto de Investigación: **“Implementación de un prototipo del sistema de captura de agua atmosférica para el consumo humano en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Julio 2017

Para constancia firman:



**Lector 1 (Presidente)**  
**Nombre:** Ing. Andrés Quichimbo  
**CC:** 010440047-1



**Lector 2**  
**Nombre:** Dr. Polivio Moreno  
**CC:** 050104764-1



**Lector 3**  
**Nombre:** Dr. Carlos Mantilla  
**CC:** 050155329-1

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a DIOS por brindarme vida día a día y fuerza para luchar por mis sueños y metas planteados, a mis padres por ser el pilar fundamental a lo largo de mi vida estudiantil.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas y mis docentes con quienes compartí lo largo de mi Carrera con sus conocimientos logrando formarme como una buena profesional en especial al PhD. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta y a cada uno de los miembros de mi tribunal por ser los guías de mi proyecto investigativo.

Quiero brindar mis sinceros agradecimientos a mis compañeros quienes estuvieron colaborando con las actividades realizadas en el desarrollo de mi proyecto.

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto va dedico con mucho cariño para mis padres Víctor Molina y Georgina Pulloquina que, con su apoyo incondicional, amor y comprensión me han ayudado para mi formación tanto académica como profesional y así poder conseguir alcanzar mis objetivos.

A mi hermano Diego Molina por estar siempre presente y brindarme su apoyo.

A mi Abuelitos que están en el cielo quien iluminan mi camino en todo momento y en todo lugar

**Karina**

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:** “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE CAPTURA DE AGUA ATMOSFÉRICA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES”

**Autor:**

Molina Pulloquina Karina Iveth

#### RESUMEN

La comunidad de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, consta de 2.138 personas, quienes no tienen acceso a agua segura de bajo costo. En la actualidad, la provisión de agua para consumo humano se fundamenta en la provisión de agua embotellada, misma que conlleva varios problemas socioambientales. El problema se asocia en un alto impacto socioambiental por el límite de acceso al agua segura en la Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Los factores de diseño fueron las necesidades de agua segura para la población de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, se aseguró la calidad de agua atmosférica capturada para fines de consumo humano. Se diseñó un Prototipo pasivo de captador de agua atmosférica con materiales con menor impacto ambiental, como Caña de guadua, fibra de cabuya, plástico de invernadero sarán o malla de polietileno. El prototipo captador de agua atmosférica tiene una altura de 6m con tres pisos sobre puestos cada uno de 2m, con un diámetro de 2.50 y un tejido de tiras de caña de guadua en forma de rombo. La calidad de agua recolectada no cumple con el parámetro microbiológico de la norma INEN 1108 con un contenido de 1,1NMP/100ml de coliformes fecales por sobre el límite de <1,1 NMP/100ml.

El sistema debe ser ubicado en un área con menor incidencia de aerosoles atmosféricos.

**Palabras Claves:** biomateriales, socioambientales, microbiológicos, prototipo.

## ABSTRACT

The community of the Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, consists of 2,138 people, who do not have access to safe, low-cost water. At present, the provision of water for human consumption is based on the provision of bottled water, which brings with it several socio-environmental problems. The problem is associated with a high socio-environmental impact due to the limit of access to safe water in the Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources. The design factors were the needs of safe water for the population of the Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, ensured the quality of atmospheric water captured for human consumption purposes. A passive prototype of atmospheric water catcher was designed with materials with lower environmental impact, such as Caña de guadua, cabuya fiber, saran greenhouse plastic or polyethylene mesh. The atmospheric water catcher prototype has a height of 6m with three floors on stands each of 2m, with a diameter of 2.50 and a fabric of rhombus guadua cane strips. The water quality collected does not comply with the INEN 1108 microbiological parameter with a content of 1.1 NMP / 100 ml of fecal coliforms above the limit of <1,1 NMP / 100 ml.

The system should be located in an area with a lower incidence of atmospheric aerosols.

**Key Words:** biomaterials, socioenvironmental, microbiological, prototype.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO: .....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: .....	4
5. OBJETIVOS:.....	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:.....	7
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	8
7.1. Recurso hídrico .....	8
7.2. Agua de consumo humano.....	8
7.3. Consumo de agua embotellada .....	10
7.4. Contaminación del agua entubada .....	11
7.4.1. Enfermedades por consumo de agua entubada.....	11
7.5. Origen de la contaminación del agua.....	12
7.6. Fuentes de contaminantes .....	12
7.6.1. Enfermedades causadas por aguas contaminadas.....	13
7.7. Climatología.....	13
7.7.1. Clima de la provincia de Cotopaxi .....	14
7.8. Precipitación .....	14
7.8.1. Definición.....	14
7.8.2. Origen de la precipitación.....	15
7.8.3. Tipos de precipitaciones .....	15
7.8.4. Precipitaciones convección.....	15

7.8.5.	Precipitaciones orográficas.....	16
7.8.6.	Precipitaciones ciclónicas.....	17
7.9.	Sistema de captura de agua atmosférica .....	17
7.9.1.	Los beneficios de la captura de agua son los siguientes:.....	19
7.10.	Captación de agua lluvia.....	19
7.11.	Área de captación de precipitación.....	20
7.12.	Sistema de conducción.....	20
7.13.	Captación de agua atmosférica .....	20
7.13.1.	Punto de Rocío.....	20
7.13.2.	Temperatura.....	21
7.13.3.	Viento .....	21
7.13.4.	Evaporación.....	21
7.14.	Cosecha de agua atmosférica.....	21
7.15.	Sistema de atrapanieblas.....	22
7.16.	Clasificación de la Neblina:.....	23
7.16.1.	Niebla de radiación.....	23
7.16.2.	Niebla de advección.....	23
7.16.3.	Nieblas de evaporación.....	24
7.16.4.	Nieblas frontales.....	24
7.17.	Diseño y eficiencia de los atrapanieblas.....	24
7.17.1.	Identificación de lugares para la implementación de atrapanieblas .....	25
7.18.	Estructura del atrapaniebla (sarán).....	25
7.18.1.	Atrapanieblas tridimensional.....	25
7.19.	Tecnología Warka Water .....	26
7.20.	Aprovechamiento de la humedad existente .....	27
8.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS: .....	27
9.	METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS, INSTRUMENTOS): .....	28
9.1.	Descripción del área de estudio. ....	28
9.2.	Información meteorológica.....	28
9.3.	Caracterización de la población de la Facultad CAREN.....	28
9.4.	Determinación del consumo de agua.....	28
9.5.	Relación del consumo de agua en la población para establecer la necesidad de agua segura.....	30

9.6.	Selección del modelo .....	30
9.7.	Diseño del prototipo del sistema de captura de agua .....	30
9.7.1.	Instalación del prototipo del sistema de captura de agua .....	31
9.8.	Evaluación de la calidad de agua partiendo de lo siguiente: .....	31
9.8.1.	Protocolo para la Toma de Muestra de Agua según la (INEN) Instituto Ecuatoriano de Normalización) Agua Potable: .....	32
9.8.2.	Factores de caracterización para la evaluación de la calidad de Agua Potable según la Normativa (NTE INEN 1108 2104 -01).....	35
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	36
10.1.	Determinación de las necesidades del agua segura de la población de la Facultad CAREN. ....	36
10.1.1.	Situación Geográfica .....	36
10.2.	Características Climatológicas datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica F- CAREN.....	37
10.3.	Determinación del consumo de agua en el área de estudio con encuesta.....	38
10.4.	Diseño del sistema pasivo de captura de agua atmosférica .....	44
10.4.1.	Construcción del modelo aplicado .....	44
10.5.	Implementación del sistema pasivo de captura de agua atmosférica.....	47
10.5.1.	Pasos para la construcción e implementación .....	47
10.6.	Resultados del agua capturada en el atrapanieblas WARKA WATER .....	51
10.7.	Evaluación de la calidad de agua atmosférica capturada.....	52
10.7.1.	Parámetros físicos.....	53
10.7.2.	Parámetros Químicos.....	53
10.7.3.	Parámetros Microbiológicos.....	54
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS): ....	55
12.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO INVESTIGATIVO .....	57
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	58
13.1.	Conclusiones.....	58
13.2.	Recomendaciones .....	58
14.	BIBLIOGRAFIA .....	59
15.	ANEXOS .....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Aval de traducción .....	64
Anexo 2. Hoja de Vida Tutor .....	65
Anexo 3. Matriz de Operacionalización .....	67
Anexo 4. Ubicación del lugar de implementación .....	69
Anexo 5. Encuesta .....	70
Anexo 6: Protocolo para toma de muestras según la Norma NTE INEN 1108 2014-01 .....	71
Anexo 7: Construcción del Prototipo .....	72
Anexo 8. Formato de etiquetado de muestra de agua capturada .....	73
Anexo 9. Resultado de los análisis de Laboratorio del agua Capturada.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos del proyecto .....	4
Tabla 2. Beneficiarios directos de docentes .....	4
Tabla 3. Parámetros para agua de Consumo Humano .....	35
Tabla 4. Coordenadas del Área de Estudio.....	36
Tabla 5. Valores de la Temperatura y Precipitación de la estación meteorológica de la Facultad CAREN .....	37
Tabla 6. Medición de agua capturada.....	52
Tabla 7. Parámetros Físicos.....	53
Tabla 8. Parámetros Químicos.....	53
Tabla 9. Parámetros Microbiológicos.....	54
Tabla 10. Presupuesto del Proyecto Investigativo.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Precipitación de convección.....	16
Figura 2. Precipitación orográfica .....	16
Figura 3. Precipitación ciclónica .....	17
Figura 4. Tipos de Sistemas de Captura de Agua (Warka Water).....	26
Figura 5. Limpieza de llaves.....	32
Figura 6. Esterilización del frasco .....	32
Figura 7. Llenado del frasco.....	33
Figura 8. Espacio de aire .....	33
Figura 9. Sellado de muestras.....	33
Figura 10. Etiquetado de muestra .....	34
Figura 11. Transporte de muestra .....	34
Figura 12. Climograma Ombrotérmico de Gaussen .....	37
Figura 13. Resultados obtenidos de pregunta 1 .....	38
Figura 14. Resultados obtenidos de pregunta 2 .....	39
Figura 15. Resultados obtenidos de pregunta 3 .....	39
Figura 16. Resultados obtenidos de pregunta 4.....	40
Figura 17. Resultados obtenidos de pregunta 6.....	41
Figura 18. Resultados obtenidos de pregunta 8.....	42
Figura 19. Análisis de resultados de pregunta 10.....	43
Figura 20. Análisis de resultados de pregunta 11 .....	43
Figura 21. Delimitación del lugar de implementación .....	45
Figura 22. Modelo Warka Water Versión 3.2 .....	46

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Corte de caña guadua .....	47
Gráfico 2. Tiras de Caña de Guadua.....	48
Gráfico 3. Unión de tiras de Caña de Guadua .....	49
Gráfico 4. Fijación de tiras .....	49
Gráfico 5. Base de implementación.....	50
Gráfico 6. Tejida del Sarán.....	50
Gráfico 7. Colocación del sarán, plástico de invernadero, embudo, vasija de barro.....	51

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

Implementación de un prototipo del sistema de captura de agua atmosférica para el consumo humano en la Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

**Fecha de inicio:** Octubre 2016

**Fecha de finalización:** Agosto 2017

**Lugar de ejecución:**

Barrio Salache – Parroquia Eloy Alfaro – Catón Latacunga – Provincia de Cotopaxi - Zona 3 -  
Universidad Técnica de Cotopaxi

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería de Medio ambiente

**Proyecto de investigación vinculado:**

Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor: PhD:** Vicente de la Dolorosa Cordova Yanchapanta

**Autora del Proyecto:**

- Karina Molina

**Tribunal de lectores**

**Lector 1:** Ing. Andrés Quichimbo

**Lector 2:** Dr. Polivio Moreno

**Lector 3:** Dr. Carlos Mantilla

**Área de Conocimiento:**

Servicio

**Línea de investigación:**

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia energética y protección ambiental

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Salud, Seguridad y Ambiente.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:**

El agua potable limpia y segura es cada vez más escasa. Según un informe de la Organización Mundial de la Salud publicado en 2013, alrededor de 2400 millones de personas carecen de agua potable. El informe añade que 1800 millones de personas beben agua que podría conducir a problemas de salud.

En el entorno de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (F-CAREN), el agua es particularmente escasa. Más de que los volúmenes de agua disponibles son reducidos, la calidad del agua no cumple con los requisitos mínimos para consumo humano.

Sumando a dicha problemática, la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (F-CAREN), compite por el recurso hídrico con las comunidades aledañas. La principal fuente de agua para consumo humano en la zona es el acuífero de nacimiento del río Isinche. El agua presenta altos contenidos de sales y metales pesados, lo que supone un riesgo de salud pública para los consumidores.

La comunidad de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, son 2138 personas, quienes no tienen acceso a agua segura de bajo costo. Actualmente, la provisión de agua para consumo humano se fundamenta en la provisión de agua embotellada, misma que conlleva varios problemas socioambientales. El consumo de agua embotellada supone una privatización radical del agua, que es un derecho humano. El costo del agua embotellada es hasta 2000 veces más que la de provisión por red pública, lo que representa un impacto significativo en las economías domésticas. Por otra parte, los residuos generados por el consumo de agua embotellada, pasan a integrarse en la generación de pasivos ambientales locales, regionales y mundiales. El plástico al no ser biodegradable, pasa a integrarse en el medio como un contaminante persistente activo. Su ciclo incluye la inclusión en la cadena trófica y el arrastre iónico de contaminantes en solución en la fase acuosa de la superficie del planeta, que termina en altas concentraciones en la población humana.

Reducir el costo social, económico y ambiental del consumo de agua es el fin del proyecto, al haber investigado y diseñado un prototipo de estructura para recolección de agua atmosférica para consumo humano y se lo adaptó en el entorno Universitario.

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO:**

Los beneficiarios directos del presente proyecto son las personas que participan en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales la misma que está distribuida de la siguiente manera:

**Tabla 1.** Beneficiarios directos del proyecto

<b>BENEFICIARIOS DIRECTOS</b>			
<b>PERÍODO FEBRERO-AGOSTO 2016-2017</b>		<b>PERÍODO FEBRERO-AGOSTO 2016-2017</b>	
<b>FEMENINO</b>	<b>MASCULINO</b>	<b>CARRERAS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>182</b>	144	Agroindustrial	326
<b>190</b>	160	Agronómica	350
<b>315</b>	227	Medio Ambiente	542
<b>209</b>	132	Ecoturismo	341
<b>265</b>	235	Veterinaria	500
<b>1161</b>	<b>898</b>	<b>TOTAL</b>	<b>2059</b>

Fuente: Secretaria Académica de la Facultad CAREN

**Tabla 2.** Beneficiarios directos de docentes

<b>DOCENTES</b>	<b>FEMENINO</b>	<b>MASCULINO</b>
<b>TOTAL</b>	20	59

Los beneficiarios indirectos del proyecto son los visitantes al campo Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi en la Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

#### **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:**

El Ecuador es uno de los países que consume más agua potable por habitante/día. Alcanza a (237 l/hab/día), volumen que sobrepasa con un 40% el promedio de la región (169 l/hab/día). Por otro lado, 37 millones de personas en la región andina carecen del acceso de agua potable por la existencia de la contaminación hídrica la misma que es la causante de la consecuente disminución de la calidad del agua (Sorgato, 2015).

De igual manera en las provincias noroccidentales, existen proyectos de energías renovables mismas que se basan en la captura de agua atmosférica para la recuperación del recurso hídrico por lo tanto se menciona los siguientes proyectos.

En diciembre de 1992 se inició el primero de los tres proyectos de evaluación del potencial de recolección de niebla en las provincias de Manabí y Guayas, cerca de la ciudad de Puerto López, ocho colectores de niebla estándar se instalaron en los alrededores del Parque Nacional Machalilla.

En la facultad CAREN se ha o visualizado una escasez de recurso hídrico ya que el aumento de la población universitaria se está dando de forma acelerada. Sumado a esto, no poseen un sistema de tratamiento de agua y el caudal concesionado no es suficiente. Se dispone de un sistema de agua entubada que no recibe ningún tipo de tratamiento por lo que ha causado problemas en la salud como infecciones intestinales y otras enfermedades en los consumidores.

El suministro de agua para la Facultad CAREN proviene de la extracción de agua subterránea. Las aguas subterráneas son generalmente mucho más limpias que las aguas superficiales y no requiere un extensivo tratamiento antes de su uso.

Pero es necesario anotar que su calidad depende de una serie de factores como la naturaleza del agua de lluvia, naturaleza del suelo a través del cual se produce la infiltración y de la naturaleza de la roca que forma el acuífero.

Por estas consideraciones se plantea la problemática como:

Alto impacto socioambiental por el limitado acceso al agua segura en la Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

## **5. OBJETIVOS:**

### **General**

- Implementar un prototipo de sistema de captura de agua para reducir el impacto socio ambiental de las necesidades hídricas de la Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

### **Específicos**

- Determinar las necesidades de agua segura para la población de la Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.
- Diseñar un sistema pasivo de captura de agua atmosférica.
- Implementar el sistema pasivo de captura de agua atmosférica.
- Evaluar la calidad de agua atmosférica capturada, con fines de consumo humano.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:

**Tabla 2:** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)
Determinar las necesidades de agua segura para la población de la Facultad CAREN.	Diagnóstico de la situación actual. Elaboración de encuestas a la población	Información sobre la necesidad obtenida en la población universitaria sobre el consumo de agua.  Datos y resultados obtenidos en las investigaciones  Encuesta	<b>Técnicas:</b> -Visita in situ -Encuestas -Salidas de campo. <b>Instrumentos:</b> - Cámara
Diseñar un sistema pasivo de captura de agua atmosférica.	Recolectar información necesaria sobre los sistemas de captura de agua. Selección del prototipo	Selección del prototipo 3.2 de sistema de captura de agua para la implementación	<b>Técnicas</b> -observación directa <b>Instrumentos:</b> -Guías o manuales de construcción de prototipo
Implementar el sistema pasivo de captura de agua atmosférica.	Determinación del sitio Construcción del prototipo de sistema de captura de agua Implementación del prototipo	Adquisición de materiales para la construcción.  Seleccionar el tipo de material adecuado para la construcción del prototipo.	<b>Técnica:</b> -Trabajo de campo -Revisión bibliográfica <b>Instrumentos:</b> -visitas de campo -Cámara -Libreta de campo
Evaluar la calidad de agua atmosférica capturada, con fines de consumo humano	Muestreo  Análisis Laboratorio	Resultados de cumplimiento con la normativa aplicada  Comparación de resultados obtenidos en el análisis de laboratorio con los resultados de la norma NTE INEN1108 la cual ayuda a establecer la calidad de agua capturada.	<b>Técnica:</b> - Experimental -Trabajo de campo <b>Instrumentos:</b> Técnica de monitoreo Análisis de resultados

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1.Recurso hídrico**

El ser humano y la mayoría de seres vivos están constituidos por un 70 por ciento de agua. Este dato ya nos está poniendo en antecedentes sobre la importancia biológica que tiene el agua para todos los seres vivos que habitamos la Tierra. (Unidas, 2009)

El reporte del Foro Económico Mundial Riesgos Globales 2014, sitúa la “crisis del agua” como la tercera preocupación global más importante

Se define que más de un tercio de la población mundial alrededor de 2,4 mil millones de personas que viven en países con escasez de agua, y se espera que ese número alcance los dos tercios para el 2025. (Unidas, 2009)

### **7.2.Agua de consumo humano**

El agua de consumo se le considera el agua de buena calidad cuando es salubre y limpia; es decir, cuando no contiene microorganismos patógenos ni contaminantes a niveles capaces de afectar adversamente la salud de los consumidores. Nuestro país cuenta con abastecimientos de alta calidad y rigurosos sistemas de vigilancia y de control analítico, que permiten que el agua llegue en buenas condiciones a nuestros hogares y sea consumida con seguridad.

Según (Salud, 2012) recalca que el ser humano puede tener agua para su consumo, el mismo que pasa por procesos de tratamiento o por fuentes naturales, como puede ser un lago un río, ojo de agua, lagos, etc. El agua contiene diversas sustancias de manera natural como son las sales y los

minerales que no son perjudiciales para la salud humana, por lo que no excede los límites establecidos. Se le considera agua apta para consumo humano aquella agua que no dañe ni cause ningún problema en la salud de las personas, la misma que se puede proveer de fuentes naturales o haber sido tratadas específicamente para el consumo. En el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, se especifican los parámetros microbiológicos, organolépticos y químicos, que debe cumplir el agua para ser considerada bebible por el ser humano (Alcora, 2017).

El 70,8% de la superficie terrestre está ocupada por agua, pero tan solo un 2,5% de toda el agua existente en el planeta es agua dulce, o sea, apta para consumo. De esta, la mayoría se encuentra inaccesible en glaciares, en los polos, etc., así que tan solo disponemos para consumo del 0,5% que es agua subterránea o superficial. En la Tierra habitan actualmente 6.000 millones de personas, de las cuales, cerca del 20% viven en 50 países que carecen de este vital líquido y, siguiendo con el actual ritmo de consumo, en breve esta se convertirá (se ha convertido ya) en un problema capaz de generar conflictos armados e incidirá (está ocurriendo ya) en el futuro de la diversidad biológica de muchas zonas del planeta. (Sociedad Nacional de Minería y Petróleo y Energía, 2012)

Se entiende por consumo doméstico de agua por habitante a la cantidad de agua que dispone una persona para sus necesidades diarias de consumo, aseo, limpieza, riego, etc. y se mide en litros por habitante y día (l/hab/día). Es un valor muy representativo de las necesidades y/o consumo real de agua dentro de una comunidad o población y, por consiguiente, refleja también de manera indirecta su nivel de desarrollo económico y social. Este indicador social se obtiene a partir del suministro medido por contadores, estudios locales, encuestas o la cantidad total suministrada a una comunidad dividida por el número de habitantes. (Agua, 2016)

### **7.3. Consumo de agua embotellada**

El consumo de agua embotellada desde hace varios años, es el símbolo de pureza y de un estilo de vida saludable ya que en un mundo donde las personas están cada vez más preocupadas por lo que ingieren. Uno de los grandes problemas del agua embotellada son las botellas de plástico que la contienen, ya que es una verdadera plaga para el medio ambiente (Díez, 2015).

El agua embotellada requiere altos consumos de energía para su producción, transporte y comercialización. EL problema empieza recién cuando una botella de agua es arrojada en un contenedor de basura. A pesar de que el plástico del cual son elaboradas las botellas puede ser reciclado, solamente una pequeña cantidad de las botellas son adecuadamente recicladas, y esto también con una necesidad alta de agua y energía para su reprocesamiento. (Díez, 2015).

Hay que tener muy en cuenta la cantidad de energía que consumen las plantas embotelladoras y el presupuesto, el combustible que se usa para el transporte de agua una vez embotellada. En algunos lugares la extracción del agua para su embotellamiento deja a los lugareños sin agua en sus redes locales y provoca grandes desequilibrios en el medio ambiente (Cruz, 2006).

El agua no solo se derrocha durante el consumo, también se pierde por evaporación cuando está almacenada en los embalses o fluye por los canales. Además, existen fugas, por donde, en ciudades como Portoviejo, se pierde el 34% de líquido captado de las fuentes hídricas. Esto se debe a la ineficiencia que existe en los sistemas de agua potable de los municipios (Magdalena, 2014).

## **7.4. Contaminación del agua entubada**

Determina que el agua entubada es tóxica ya que contiene plomo el mismo que es un metal peligroso para la salud de los seres humanos si se inhala o ingiere, las fuentes de plomo más importantes se encuentran en el aire ambiente, los alimentos y el agua (Guevara, 2014).

### **7.4.1. Enfermedades por consumo de agua entubada**

Más de mil millones de personas en todo el mundo carecen de acceso al agua potable. 25 mil personas mueren cada día por no tener agua limpia para beber próxima a sus hogares. Aun peor es la estadística sobre mortalidad infantil: 4,6 millones de niños menores de 5 años mueren cada año de diarrea, cólera, tifoidea, una enfermedad que está relacionada con el consumo de agua potable, que se agrava por el hambre y la pobreza que afecta brutalmente a muchas vidas. (Guevara, 2014).

El agua tiene consecuencias importantes sobre la salud y la enfermedad relacionadas con el uso de agua incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua potable; enfermedades como la esquistosomiasis, que tiene parte de su ciclo de vida en el agua; la malaria cuyos vectores están relacionados con el agua; el ahogamiento y otros daños, y enfermedades transmitida por aerosoles que contienen microorganismos (Ambiental, 2011).

Las enfermedades por falta de agua potable son la parasitosis, gastroenteritis crónica, infecciones o la transmisión de la bacteria mismas que son las principales enfermedades que produce el uso permanente de agua no potable, menciona que estas enfermedades son patologías que puede sufrir el 57,26% de la población rural de Ecuador que no tiene agua potable, según los datos aportados por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, publicada por el Ministerio de Salud. Y a ellas habría que sumarle que uno de cada cuatro niños tiene desnutrición crónica.

Revela este reciente informe, únicamente el 62,4% de la población dispone de alcantarillado. Sin embargo, si se focaliza el estudio en las zonas rurales, el nivel del alcantarillado desciende al 23,7%. Además, el quintil de gente más pobre de Ecuador sólo tiene alcantarillado en el 19,5% (OMS, 2007).

### **7.5. Origen de la contaminación del agua**

Las enfermedades transmitidas por medio del agua contaminada pueden originarse por agua estancada con criadero de insectos, contacto directo con el agua, consumir agua contaminada microbiológica o químicamente y usos inadecuados del agua. Las enfermedades transmitidas por medio de aguas contaminadas, insectos y bacterias son: Cólera, tifoidea y paratifoidea, disentería bacilar y amebiana, diarrea, hepatitis infecciosa, parasitismo, tracoma, conjuntivitis; entre otras. El agua de piscina también puede transmitir enfermedades como pie de atleta, garganta séptica, infecciones del oído y ojos (Girbau García, 2002).

### **7.6. Fuentes de contaminantes**

La contaminación es la introducción de un contaminante dentro de un ambiente natural que causa inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. El contaminante, puede ser una sustancia química, o energía, como sonido, calor, o luz, menciona que las fuentes de contaminación también pueden ser consideradas a las aguas residuales de origen agropecuarias, industriales o domésticas cuyas emisiones o descargas afectan el medio ambiente y la salud del hombre. (Girbau García, 2002).

### **7.6.1. Enfermedades causadas por aguas contaminadas**

Las enfermedades transmitidas por el agua es un problema sanitario de importancia, pero no afectan a todos por igual, sino que aquellos que sufren sus consecuencias son los grupos poblacionales que habitan de manera permanente en las proximidades de los cursos de aguas superficiales contaminados y que, además, cuentan con un alto grado de vulnerabilidad. Los principales mecanismos de transmisión de enfermedades microbianas y parasitarias relacionadas con el agua son:

- Transmitidas a través del agua por ingestión de bebidas y alimentos (cólera, diarreas, fiebre tifoidea, Hepatitis A).
- Relacionadas con la higiene y el agua (sarna, impétigo, tracoma, fiebre tifoidea).
- Producidas por contacto con el agua (esquistosomiasis, dracunculiasis)
- Transmitidas por vectores de hábitat acuático (filariosis, malaria, ceguera del río, fiebre amarilla, dengue) (Tolcachier, n.d.).

### **7.7. Climatología**

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos los mismos que se pueden definir por el estado medio de la atmósfera en alguna región de la superficie terrestre. En el Ecuador se presenta una combinación de regímenes climáticos los mismos que permiten la visión de una cantidad diversa de tipos de vegetación de fauna (Vallejo, 2010).

Las características climatológicas del Ecuador sobresalen dos: la cual es la duración del día, teniendo en si doce horas de luz solar constantes a lo largo del año y en todas las regiones; y la fluctuación significativa de la temperatura durante el día, y no estacionalmente o de mes a mes (Cañadas, 1983).

Su importancia ha ido incrementándose con el pasar de los tiempos. Pues desde un punto de vista económico, la estructura del comportamiento del clima en una región u otra (que esta ciencia puede definir) contribuye con el desenvolvimiento de las actividades productivas. Para la agricultura y ganadería, el clima es de suma importancia en sus actividades (Navarra, 2014).

Por otro lado, desde una perspectiva gubernamental, los estudios climatológicos ayudarán con la planificación anual y la toma de previsiones necesarias para mantener la calidad de vida de sus ciudadanos. Ejemplo de ello puede ser en países que poseen épocas de sequía, que afectan la producción hidroeléctrica y de muchas otras industrias, donde con antelación pueden hacerle frente a la situación sin crear afección alguna (Mendoza, 2012).

#### **7.7.1. Clima de la provincia de Cotopaxi**

En la Provincia de Cotopaxi el clima varía, es húmedo, páramo lluvioso y subhúmedo tropical de acuerdo a la región. La Provincia cuenta con un clima que va desde el gélido de las cumbres andinas hasta el cálido húmedo en el subtropical occidental. la capital, Latacunga, está ubicada a 2.800 metros sobre el nivel del mar, lo cual le determina un clima templado, a veces ventoso y frío. en general la provincia posee una temperatura media anual de 12 °C, por lo que cuenta con un clima templado, frío y cálido húmedo (Javier, 2012).

### **7.8.Precipitación**

#### **7.8.1. Definición**

Se considera precipitación a cualquier producto de condensación del agua atmosférica que cae sobre la superficie de la tierra, tanto bajo la forma líquida como sólida (nieve, granizo. La

precipitación es el origen de todas las corrientes superficiales y profundas, por lo cual su cuantificación y el conocimiento de su distribución (Campos, 2012).

### **7.8.2. Origen de la precipitación**

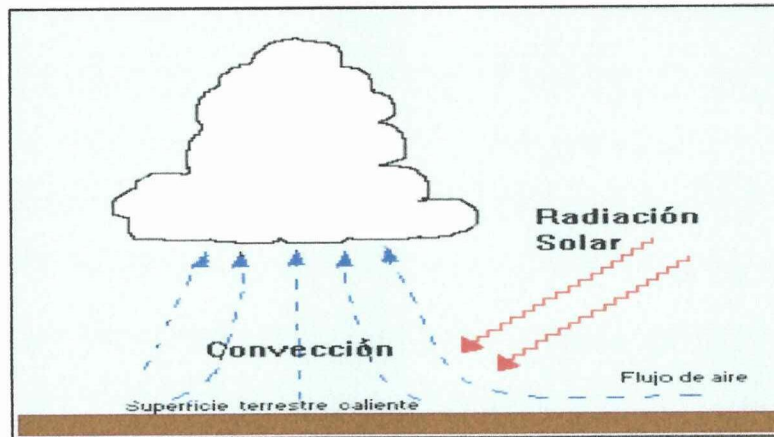
Las precipitaciones se dan por el calentamiento cerca de la superficie, motivo por diferencias de radiación, las masas de aire ascienden hasta alturas de enfriamiento para llegar a la saturación, para que se formen pequeñas gotas de lluvia o gotas de cristal se requiere la presencia de núcleos de condensación mismos que son productos de combustión, óxidos de nitrógeno y partículas de sal (Juarez, 2010).

### **7.8.3. Tipos de precipitaciones**

Según las (Unidas, 2014) mencionan que las precipitaciones requiere de una elevación de una masa de agua en la atmósfera de tal forma que se enfríe y parte de su humedad se condense. Por ello, las precipitaciones se pueden dividir en.

### **7.8.4. Precipitaciones convección.**

La elevación convectiva por radiación solar. Se produce por la condensación del vapor al alcanzar zonas más frías. Este tipo de precipitación suele ir acompañado por efectos de descarga eléctrica. Se suelen dar en zonas ecuatoriales y templadas. Ver gráfico 1 (Ricardo Trujillo, 2013)



**Figura 1:** Precipitación de convección

**Fuente:** <https://sites.google.com/site/geohistoriaenlaces/climatologia-1/tipo-de-precipitaciones>

#### 7.8.5. Precipitaciones orográficas.

La elevación del aire es producida por la existencia de una cadena montañosa. Los vientos procedentes del océano y cargados con aire húmedo se encuentran con una cadena montañosa, que eleva a capas más frías el aire, condensándose el vapor y constituyendo nubes y, por tanto, posibles precipitaciones (Ricardo Trujillo, 2013).

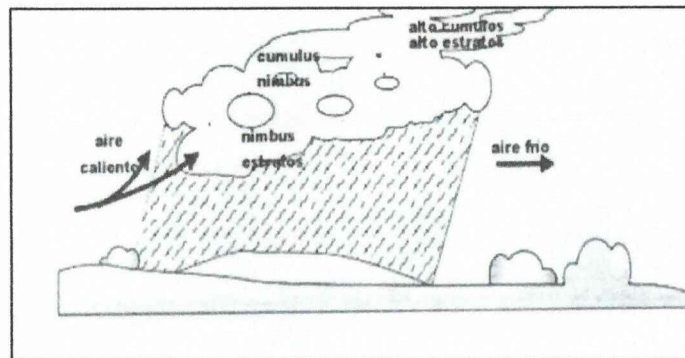


**Figura 2.** Precipitación orográfica

**Fuente:** [http://3ageografiahughes.blogspot.com/2014/12/lluvias-orograficas\\_6.html](http://3ageografiahughes.blogspot.com/2014/12/lluvias-orograficas_6.html)

### 7.8.6. Precipitaciones ciclónicas.

En este caso la elevación de masas de aire se produce sobre una masa de aire frío por un pasaje frontal o superficie de contacto. Las masas más húmedas y cálidas se elevan hasta zonas frías, donde se condensan y originan las precipitaciones (Ricardo Trujillo, 2013).



**Figura 3.** Precipitación ciclónica

Fuente: <https://es.slideshare.net/cristhianyersonmontalvancoronel/precipitacin-2014>

### 7.9. Sistema de captura de agua atmosférica

El agua es un recurso de primera necesidad en todo el mundo, por eso existe la idea de diseñar sistemas que ayudaran a la captación de agua atmosférica en donde la idea será ayudar a solucionar problemas con la escasez de agua en zonas desérticas. Este tipo de alternativa puede aplicarse en zonas donde existan pocos recursos y grandes carencias de agua. El sistema que se utilizara para la captación de agua atmosférica es a través de la captación de neblina, condensación y punto de rocío (FIDA, 2013).

Los sistemas de de captación de agua o sistemas de cosecha de agua tienen como propósito recolectar el agua proveniente de la lluvia para su utilización. Existen sistemas de fabricación sencilla que no requieren la participación de expertos y se utiliza material disponible localmente.

El agua lluvia recolectada se puede utilizar para la ducha, lavamanos e inodoros, incluso combinando el sistema con filtros puede utilizarse también para consumo humano.

El uso de sistemas de cosecha de agua es de gran importancia para suplir una demanda insatisfecha de agua para consumo humano y en segunda instancia riego, principalmente en aquellas comunidades que no cuentan con suficiente disponibilidad de agua subterránea ni fuentes superficiales para suplir sus principales necesidades (Valle, 2011).

En la actualidad el abastecimiento de agua es un grave problema en muchas zonas. A consecuencia del cambio climático, es decir sequías crónicas y periodos de lluvias intensas, afectando al suministro de agua para uso industrial, agrícola y residencial.

Según (Valle, 2011) define que “La captación de agua atmosférica se ha vuelto una solución a los problemas de escasez de agua potable en zonas desérticas, Este modelo de nubes fue creado por el despacho español bajo la investigación de Rafael Beneytez en colaboración con Borja Iglesias y Ana Belén Santos”

La captura y almacenado del agua que existe en la atmosfera antes de tocar la tierra ha supuesto un constante esfuerzo en zonas áridas. Desde 1999 el aumento de la escasez de agua tanto en cantidad como en calidad en otras zonas del Mundo Los "capta neblinas". Desde las Islas Canarias esa optimización ha demostrado a Europa y al resto del Mundo que con su aplicación se constituye una nueva fuente de agua para el Entorno Rural, Europa ha consolidado la Investigación con Premios Institucionales y apoyos al desarrollo de la Técnica culminando. (Valle, 2011)

### **7.9.1. Los beneficios de la captura de agua son los siguientes:**

Son auto suministros gratuitos de tipo de agua de gran calidad permitiendo obtener una independencia parcial o incluso total de las redes de suministro público.

Puede ayudar aliviar de forma importante el exceso de la demanda de las redes de suministro público, contribuyendo a una mejor conservación de las reservas públicas para casos de escasez.

Logra un ahorro energético al bombear una parte del agua.

### **7.10. Captación de agua lluvia**

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtención de agua para consumo humano, uso agrícola. En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se acude al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. Al efecto, el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso (Sánchez, 2005).

En la captación del agua de lluvia con fines domésticos se acostumbra a utilizar la superficie del techo como captación, conociéndose a este modelo como SCAPT (sistema de captación de agua pluvial en techos).

La captación de agua de lluvia para consumo humano presenta las siguientes ventajas:

- Alta calidad físico química del agua de lluvia.
- Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas.
- Empleo de mano de obra y materiales locales.
- No requiere se requiere de energía para la implementación del sistema.
- Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección.

### **7.11. Área de captación de precipitación**

Son las áreas o superficies de recolección, pueden ser techos, patios, explanadas, caminos pavimentados, garajes y cualquier superficie no permeable por donde escurra el agua de lluvia sea factible recolectarla (Humidity, Optional, Water, & Domestic, 2009).

### **7.12. Sistema de conducción**

El sistema de conducción es un conjunto de canaletas o tuberías de diferentes materiales y formas que conducen el agua de lluvia del área de captación al sistema de almacenamiento, a través de bajadas con tubo de PVC (Humidity et al., 2009).

### **7.13. Captación de agua atmosférica**

#### **7.13.1. Punto de Rocío**

Se define al punto de rocío como la temperatura en la cual el vapor de agua se empieza a condensar, produciendo así, el rocío, niebla. Es aquel valor al que debe descender la temperatura del aire para que el vapor de agua comience a condensarse (Relativa & Absoluta, 2007).

### **7.13.2. Temperatura**

Corresponde a una magnitud que mide el contenido de la energía cinética interna de las partículas, átomos o moléculas que conforman un cuerpo (Fortín, 2014).

Es el grado de energía térmica medida en una escala definida, la temperatura de un cuerpo es su intensidad de calor es decir la cantidad de energía que puede ser transferida a otro cuerpo (Fortín, 2014).

### **7.13.3. Viento**

Es el transporte o circulación del aire desde un lugar a otro, ya sea con una fuerza mayor o menor mezclando distintas capas de aire (Flores, 2010).

### **7.13.4. Evaporación**

Es el proceso físico por el cual el agua cambia de estado líquido a estado gaseoso retornando directamente a la atmósfera en forma de vapor (Arévalo, 2015)

## **7.14. Cosecha de agua atmosférica**

Existen varios equipos los cuales ayudan a la captura de agua las mismas que pueden ser por medio de neblina, condensación o punto de rocío para estas capturas se necesita prototipos o estructuras de materiales biodegradable los mimos que permitan captar el agua presente en la niebla, nubes bajas, llovizna y la lluvia conduciéndola hacia un depósito donde es almacenada para su posterior utilización. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, 2016)

El Agua Atmosférica es, la única que nos puede ofrecer una calidad alta y segura, al menos mientras mantengamos la atmósfera razonablemente limpia, el resto de las aguas subterráneas deben ser tratadas (aguas embotelladas, plantas de tratamiento, etc.) para garantizar esos niveles de calidad que se exigen para la calificación de agua potable. Hasta ahora el hombre ha tenido suficiente agua obteniéndola de la superficie de la Tierra (ríos, lagunas y lagos) o del subsuelo (galerías y pozos) pero la creciente actividad agrícola e industrial van inutilizando poco a poco las fuentes tradicionales, lo que unido al cambio climático que soporta el Planeta hace que cada vez queden menos fuentes de agua dulce a nivel del suelo. (Suzanne Gray, 2013)

Los prototipos o estructuras con materiales biodegradables son respetuosos con el Medio Ambiente, no necesitan ningún tipo de energía para funcionar, son tan silenciosos como un árbol, toda el agua que capturan la deposita en su aljibe, no generan residuos y no alteran el Ciclo Hidrológico. (Suzanne Gray, 2013)

En la actualidad se ha ideado un sistema compuesto de cosecha de agua. Debido al contexto cultural de desarrollo de este sistema, el mismo que se le conoce como Warka Water el cual es una técnica la que ayudara a la captación de agua limpia y natural conociéndole como una cesta en donde recolectara agua por medio de neblina, rocío y condensación.

#### **7.15. Sistema de atrapanieblas.**

La niebla es un conjunto de minúsculas gotitas de agua que dificultan la visibilidad, son partículas de agua, líquida o sólida, en caída, en suspensión en la atmósfera o levantadas de la superficie terrestre por el viento, o depositadas sobre los objetos en el suelo o en la atmósfera libre. (Suzanne Gray, 2013)

Estas partículas de agua no son lo suficientemente grandes como para que la gravedad las haga precipitarse, por lo que suelen quedar suspendidas. Se forma en situaciones de estabilidad absoluta, cuando hay un anticiclón presente y no sopla nada de viento. Ocurre cuando la temperatura de las capas bajas de la atmósfera es menor que en las altas, o lo que es lo mismo: cuando hace más frío a pie de playa que en la montaña (Suzanne Gray, 2013)

#### **7.16. Clasificación de la Neblina:**

Según (Unamuno, 2002) menciona la clasificación de la neblina se da de la siguiente forma:

- Niebla de radiación.
- Niebla de advección.
- Niebla de evaporación
- Nieblas frontales

##### **7.16.1. Niebla de radiación**

En cuando el aire se enfría y la pérdida de calor desde el suelo durante la noche (por irradiación de calor al espacio), la capa afectada, resulta ser de unos pocos metros de espesor, ya que el aire es pésimo conductor de calor. (Unamuno, 2002)

##### **7.16.2. Niebla de advección**

Según (Unamuno, 2002) menciona que en cuanto una corriente de aire cálida y húmeda es desplazadas por una superficie fría, la formación de este tipo de neblina parte de los vientos ya que deben ser moderados (entre 8 y 24 km/h.) de manera que pueda mantenerse el flujo constante de

aire cálido y húmedo. Las nieblas de advección son frecuentes a lo largo de las costas, especialmente en invierno, cuando el aire húmedo proveniente del mar fluye hacia la tierra.

### **7.16.3. Nieblas de evaporación.**

Humo de mar: Este tipo de niebla se origina cuando una corriente de aire frío se desplaza o permanece sobre el mar o espejos de agua relativamente más calientes. En estas condiciones, se produce una incorporación de vapor de agua desde el mar al aire. Este vapor satura enseguida al aire frío y se condensa formando nieblas. Son comunes en las zonas polares, cuando el aire muy frío ( $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  o  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) se mueve sobre el mar libre de hielos (con una temperatura alrededor de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). (Sarochar, 2015).

### **7.16.4. Nieblas frontales**

Este tipo de niebla se genera delante de un frente caliente. Cuando llueve, si el agua que cae tiene mayor temperatura que el aire de su entorno, las gotas de lluvia se evaporan y el aire tiende a saturarse se forman así nubes bajas o nieblas dentro del aire frío la frecuencia es máxima en la zona del Río de la Plata, provincia de Buenos Aires y Uruguay, en el otoño e invierno. (Unamuno, 2002)

## **7.17. Diseño y eficiencia de los atrapanieblas**

Para obtener una cosecha de agua de neblina es esencial el uso de los atrapanieblas. Los mismo que son equipos encargados de capturar y recolectar las gotas de agua de la neblina, obteniendo como resultado el agua capturada la cual será almacenada y utilizada. Se necesita conocer los beneficios de los atrapanieblas para obtener un buen diseño, instalación y operación de ellos. Un Sistema de Agua de Neblina (SCAN) se encuentra compuesto por atrapanieblas, un sistema de conducción de almacenamiento y un sistema de conducción desde el lugar de almacenamiento

hasta el lugar de consumo. El almacenamiento de agua con atrapanieblas no coinciden con las necesidades de consumo. El atrapanieblas, consiste en una malla que atrapa la neblina y las transforma en pequeñas gotas de agua, una estructura que soporta y un sistema de conducción en la parte inferior (Holdridge, 2013).

#### **7.17.1. Identificación de lugares para la implementación de atrapanieblas**

Para el lugar de implementación es necesario la realización de pruebas en la zona de estudio, el diagrama de Gaussen permite identificar las condiciones meteorológicas del área de estudio, y presenta las transiciones de las épocas que atraviesa el lugar (Léon, 2015).

#### **7.18. Estructura del atrapaniebla (sarán)**

La captación de agua con esta tecnología consiste en colocar mallas de sarán (2.50 cm x 2.50 cm), el agua en suspensión de la neblina queda atrapada al chocar con el sarán formando gotas de agua minúsculas, consta de una estructura de polipropileno (blanco) (Jorquera, 2015).

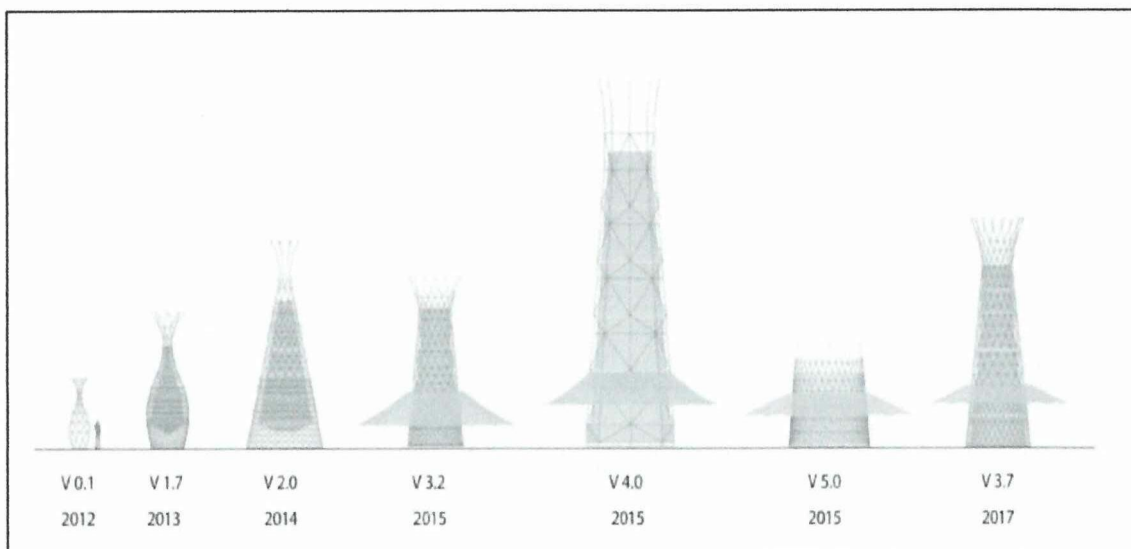
#### **7.18.1. Atrapanieblas tridimensional**

Los atrapanieblas tridimensionales son los menos utilizados, comercialmente la mayoría son direccionados para proyectos y experimentos para propagar innovación y optimizar el rendimiento de la captación de agua, estabilizando la estructura de fuertes vientos (requiere una verificación más precisa). Son diseñados para colocarlos de formas multidireccionales (Cantos, 2014).

### 7.19. Tecnología Warka Water

En la actualidad se ha ideado un sistema compuesto de cosecha de agua. Debido al contexto cultural de desarrollo de este sistema, el mismo que se le conoce como Warka Water el cual es una técnica la que ayudará a la captación de agua limpia y natural conociéndole como una cesta en donde recolectará agua por medio de neblina, lluvia, punto de rocío y condensación. Warka Water es una técnica y sistema construida e inspirada por varias fuentes por el arquitecto, Arturo Vittori, el nombre del proyecto proviene del árbol de Warka existente de la Etiopía, este sistema puede capturar agua de los fenómenos naturales tal sea como la neblina, llovizna, lluvia, el proyecto no necesita de energía eléctrica (Vittori, 2016).

Es una estructura vertical para cosechar el agua de atmosfera (como lluvia, neblina y el rocío), el agua capturada por el sistema puede ser fuente confiable por los alrededores, existen diferentes modelos de capturadores como se puede observar en la siguiente figura:



**Figura 4.** Tipos de Sistemas de Captura de Agua (Warka Water)

**Fuente:** <https://www.dezeen.com/2016/11/10/video-interview-arturo-vittori-warka-water-tower-ethiopia-sustainable-clean-drinking-water-movie/>

Arturo Vittori menciona que sus estructuras toman la forma de un cesto donde se cosechara agua por vapores atmosféricos para proporcionar a la gente agua potable. En el mundo y en muchas otras regiones donde la disponibilidad de agua es un problema aún por resolver, esto podría marcar una gran diferencia (Vittori, 2016).

Este sistema se encuentra constituido por una estructura, fabricada a partir de la mano de obra artesanal con materiales naturales, el sistema tiene la capacidad de recoger agua potable desde el aire en las zonas rurales áridas de países en desarrollo.

El proyecto Warka Water propone una estructura que apela a la escala y al uso de las tramas utilizadas tradicionales para la recolección de agua, al mismo tiempo que construye un gran objeto para simbolizar la fuente del líquido. (Vittori, 2016).

El sistema captura la humedad y no necesita electricidad para funcionar y su mantenimiento puede llevarse a cabo por los mismos miembros de la comunidad.

#### **7.20. Aprovechamiento de la humedad existente**

La condensación tiene lugar de forma general sobre una superficie que puede ser una porción de tierra o una planta, como es el caso del rocío o de la escarcha. La concentración de la condensación depende de la localización geográfica y de la altitud (Holdridge, 2013).

### **8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:**

Ha: ¿Con la implementación del prototipo de captura de agua atmosférica se reducirá el impacto socio ambiental en la comunidad universitaria?

## **9. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS, INSTRUMENTOS):**

### **9.1.Descripción del área de estudio.**

El proyecto de investigación se realizó partiendo de la de la investigación directa de proyectos de implementación de sistemas de aprovechamiento atmosférico, de fácil ejecución y mantenimiento como una alternativa a la escasez de agua en la Universidad Técnica de Cotopaxi en la Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales a 7,53 km del cantón Latacunga vía Salache en la parroquia Eloy Alfaro

### **9.2.Información meteorológica**

La información meteorológica se obtuvo de la Estación Meteorológica e Hidrológica de la Facultad de CAREN, se realizó una identificación de datos del sitio de estudio, posterior se dio la selección de datos de la temperatura y precipitación son los registros que se llevó a cabo el proyecto y así se pudo determinar la época Húmeda, época seca, época de transición.

### **9.3.Caracterización de la población de la Facultad CAREN.**

Para la caracterización de la población de la (F-CAREN) se recolectó información directa la cual será obtenida desde la secretaria Académica. También se utilizó información de la estación meteorológica de la Facultad misma que nos ayudó a determinar las condiciones ambientales como la temperatura, precipitación, humedad relativa del campus

### **9.4.Determinación del consumo de agua.**

Para la determinación del consumo de agua en la Facultad CAREN, se realizó encuestas directas a los estudiantes y docentes que forman parte de la (F-CAREN), con la intención de obtener resultados confiables y poder analizar la información de consumo de agua en la institución.

Se calculó la muestra del universo la misma que fueron de 2,138, utilizando la formula siguiente:

$$n = NZ^2 \cdot P \cdot Q$$

En donde:

n = Es el tamaño de la Muestra

N = Tamaño de la Población

Z = Factor de confiabilidad. Es de 1,96 cuando es un 95% de confianza y es de 2,57 cuando se establece un 99% de confianza (el valor de distancias normal estandariza correspondiente al nivel de confianza escogida)

P = 0,5

Q = 1-p = 0,5

d = Es el margen de error permisible. Establecido por el investigador

$$n = \frac{N * Z^2 * P * Q}{d^2 (N - 1) Z^2 * P * Q}$$

N= 2,118

Z= 1,96

$$n = \frac{2.118 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,1^2 (2.118 - 1) 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = \frac{2,034.1272}{20.331668}$$

$$n = 112,68$$

### **9.5. Relación del consumo de agua en la población para establecer la necesidad de agua segura.**

Los seres vivos tienen la necesidad de consumir agua por eso es recomendable tomar dos litros de agua diarios, de ahí nace la necesidad imperante de la instalación de bebederos de agua segura en la Facultad y así poder evitar enfermedades por la ingesta de agua contaminada.

### **9.6. Selección del modelo**

El modelo se seleccionó partiendo de las necesidades que tiene las personas de consumir una agua pura y confiable las cuales no sean causantes de enfermedades crónicas, siendo también amigables con el medio ambiente.

La percepción nace desde la fundamentación científica donde se conoce la forma de cimentar y los materiales para la construcción, se seleccionó el modelo Warka Water de la versión 3.2 ya que es un modelo factible para la ejecución y adquisición de materiales biodegradables.

Este modelo también fue seleccionado por ser un sistema sostenible y amigable para las personas y el ambiente. Se obtuvo información de uso que se adecuó en el tiempo de efectuar. Para la implementación se centrará en el modelo propuesto el cual será visible para los beneficiarios de sector.

### **9.7. Diseño del prototipo del sistema de captura de agua**

Para determinar el sistema de captura de agua, se inició de la indagación de fuentes bibliográficas en donde se caracterizó las condiciones ambientales que presenta la zona seleccionada para la edificación del sistema.

Para la implementación del proyecto se utilizó el Software Grafico computarizado AUTOCAD versión 2016 el cual ayudó en el diseño y elaboración del sistema captador del agua, a su vez se analizó el uso adecuado de materiales para la construcción del sistema.

#### **9.7.1. Instalación del prototipo del sistema de captura de agua**

Una vez determinado el sitio se procedió a la construcción y reconocimiento de la instalación del prototipo de la siguiente manera:

1. La estructura del soporte fue construida con material biodegradable.
2. Como captador de gotas de agua se utilizó una malla de polietileno el mismo que se le conoce como sarán el cual cumple la función de transformar la neblina o humedad en pequeñas gotas de agua.
3. Para la recolección de la caída del agua fue necesario la utilización de plástico de invernadero en forma de cono, con un orificio en el centro donde se instaló un embudo el cual ayuda que el agua circule hacia el recipiente de almacenamiento.

#### **9.8. Evaluación de la calidad de agua partiendo de lo siguiente:**

Se realizó el muestreo in situ del agua capturada para determinar la calidad de la misma, se realizó cinco visitas al sitio, considerando la esterilización de los recipientes para evitar la modificación del contenido. Los análisis se trasladaron al laboratorio acreditado: DHSOLAMBI ALS Quito-Ecuador

### 9.8.1. Protocolo para la Toma de Muestra de Agua según la (INEN) Instituto Ecuatoriano de Normalización) Agua Potable:

#### a. Muestreo

Se parte de la precaución directa de la red de distribución.

1. Con la ayuda de un recipiente colocar máximo a una distancia de dos centímetros de la conexión de la red, dejar que corra el agua durante dos minutos.



**Figura 5.** Limpieza de llaves

**Fuente:** Protocolo de toma de muestra análisis

2. Abrir el frasco de muestreo previamente esterilizado. Retirar el cordón que ajusta la tapa del frasco.



**Figura 6.** Esterilización del frasco

**Fuente:** Protocolo de toma de muestras

3. Llenar el frasco. Mantener la tapa y la cubierta protectora para abajo el cual evitará el paso de polvo. Colocar el frasco debajo del chorro de agua y llenarlo como se indica en la figura.



**Figura 7.** Llenado del frasco  
**Fuente:** Protocolo de toma de muestra

4. Dejar un espacio de aire en el frasco para facilitar la agitación de la muestra antes del análisis.



**Figura 8.** Espacio de aire  
**Fuente:** Protocolo de toma de muestra

5. Colocar la tapa al frasco. Enroscar la tapa y fijar con el cordón.



**Figura 9.** Sellado de muestras  
**Fuente:** Protocolo de toma de muestra

- Los frascos deben ser transportados o enviados en una caja puede ser de plástico, madera. La caja tendrá suficiente espacio para colocar el gel con mezcla de refrigerante que permitirá que la muestra se conserve a temperatura de refrigeración



**Figura 10.** Etiquetado de muestra  
**Fuente:** Protocolo de toma de muestra

- Las muestras deberán ser transportadas al laboratorio lo antes posible. El tiempo límite entre el muestreo y el inicio del examen bacteriológico es 30 horas.



**Figura 11.** Transporte de muestra  
**Fuente:** Protocolo de toma de muestra

### 9.8.2. Factores de caracterización para la evaluación de la calidad de Agua Potable según la Normativa (NTE INEN 1108 2104 -01)

La NORMA NTE INEN 1108:2014. AGUA POTABLE REQUISITOS tiene las siguientes indicaciones.

**Objetivo:** Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

**Campo de Aplicación:** Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento público y privados a través de redes de distribución y tanqueros.

#### Parámetros a controlar en la red de paso para el consumidor:

**Tabla 3.** Parámetros para agua de Consumo Humano

PARÁMETROS FISICOS	UNIDAD	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NORMA INEN 1108 CONSUMO DE AGUA
Color Aparente	Pt-Co	15
Turbidez	NTU	5
PARÁMETRO QUIMICOS	UNIDAD	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NORMA INEN 1108 CONSUMO DE AGUA
Nitratos	mg/l	50
Nitritos	mg/l	3,0
Sólidos disueltos totales	mg/l	--
Dureza Total	mg/l	--
Hierro	mg/l	--
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	--
Potencial Hidrógeno	U pH	--
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	UNIDAD	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NORMA INEN 1108 CONSUMO DE AGUA
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<sup>(2)</sup> < 1,1
Mohos <sup>(*)</sup>	UPC/ml	--
Levaduras <sup>(*)</sup>	UPC/ml	--

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN Norma técnica ecuatoriana 1108: 2014.

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 10.1. Determinación de las necesidades del agua segura de la población de la Facultad CAREN.

#### 10.1.1. Situación Geográfica

La Universidad Técnica de Cotopaxi de la F- CAREN perteneciente al Barrio Salache del Catón Latacunga, Provincia de Cotopaxi ubicada a 7,53 km de la vía Salache donde se inició con el diagnóstico de las condiciones climatológicas, se tomó en cuenta los datos obtenidos del anuario de la Estación Climatológica los cuales son temperatura, precipitación, humedad relativa, cuyas coordenadas se representan en la Tabla 3 (Anexo 1).

**Tabla 4.** Coordenadas del Área de Estudio

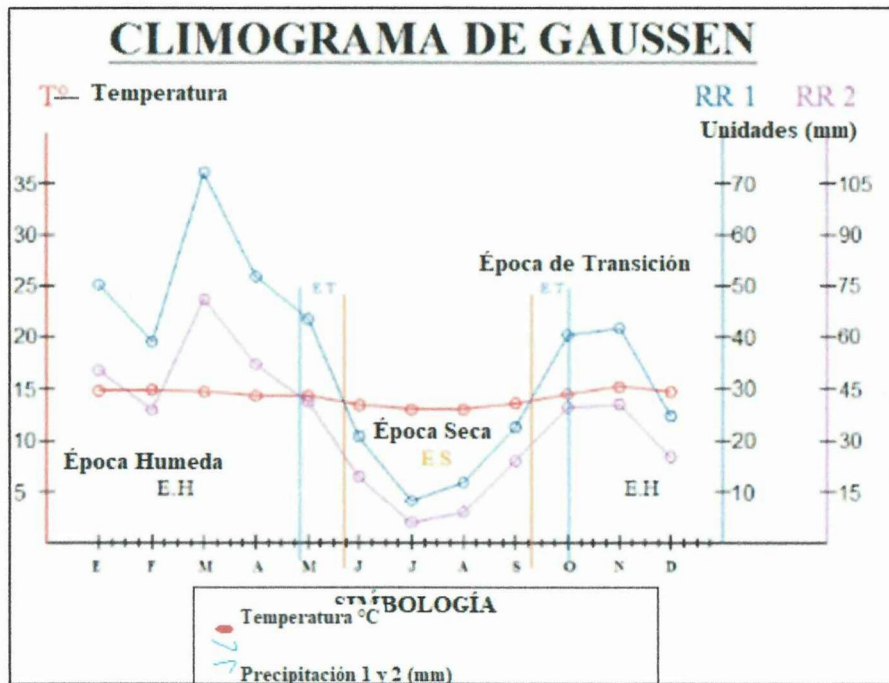
<b>UBICACIÓN DE LA FACULTAD CAREN</b>	
<b>PUNTOS</b>	<b>UTM</b>
<b>X</b>	764522
<b>Y</b>	9889384
<b>ALTITUD</b>	2748 (msnm)

La estación meteorológica de la Facultad CAREN nos determinó las características climatológicas del campus como se lo puede explicar de la siguiente manera:

## 10.2. Características Climatológicas datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica F- CAREN

**Tabla 5.** Valores de la Temperatura y Precipitación de la estación meteorológica de la Facultad CAREN

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>T°C</b>	14.8	14.9	14.7	14.3	14.3	13.4	13.0	13.0	13.6	14.5	15.2	14.7
<b>P(mm)</b>	50.1	39.0	72.2	51.7	43.4	20.8	8.3	11.9	22.6	40.3	41.7	24.7



**Figura 12.** Climograma Ombrotérmico de Gausson

De acuerdo a los resultados obtenidos una vez ejecutada la Diagrama de Gausson en la Estación Meteorológica. La facultad CAREN correspondiente a los datos climatológicos del año 2012 hasta el 2016 se observa que la época seca inicia a fines de la tercera semana del mes de Mayo y culmina en la segunda semana del mes de Septiembre, mientras que la época Húmeda se prolonga desde la segunda semana de Septiembre y culmina a finales de la tercera semana del mes de Mayo.

Identificándose en este periodo la época de transición misma que comienza a inicio de la cuarta semana del mes de Abril hasta la semana primera de Mayo y aconteció en la segunda semana del mes de Septiembre y termina en la primera semana de Octubre.

### 10.3. Determinación del consumo de agua en el área de estudio con encuesta

Para determinar el consumo de agua con la implementación de un prototipo del sistema de captura de agua atmosférica FACULTAD CAREN, se realizó encuestas a los estudiantes y docentes; obteniendo los siguientes resultados de cada pregunta.

#### 1. ¿Cuánto conoce usted sobre el uso del agua?

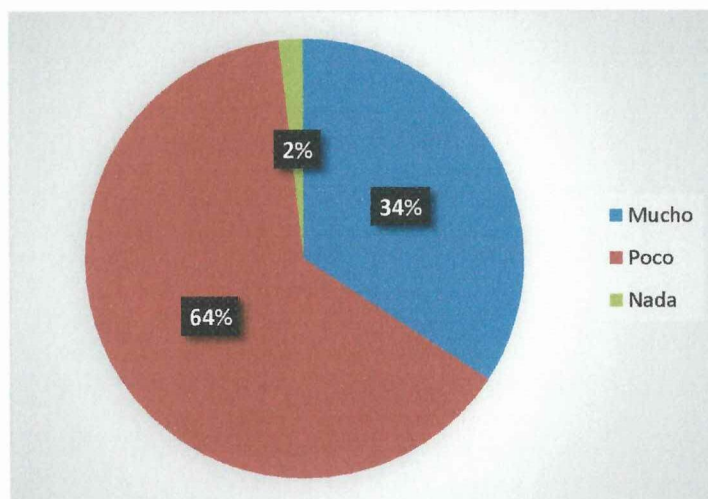
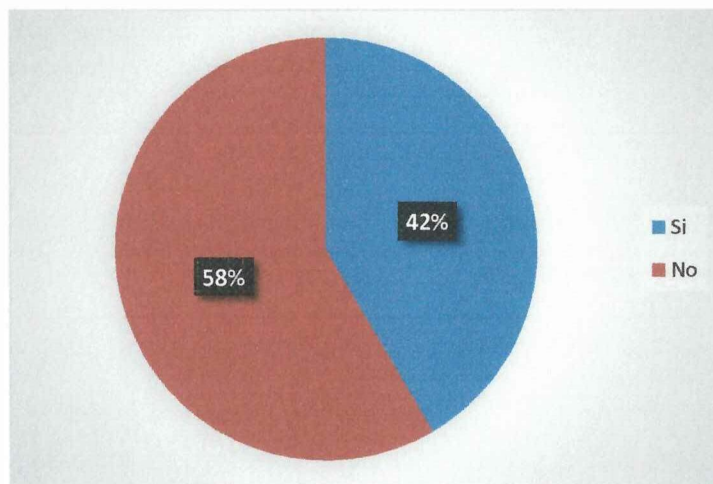


Figura 13. Resultados obtenidos de pregunta 1

La figura 13 muestra que, del total de 113 encuesta realizada a la población universitaria sobre el conocimiento del uso de agua, se obtuvo que un 64% de la población conocen poco del tema porque no se ha obtenido conocimientos necesarios sobre los usos que se le da al agua, mientras que un 34% tiene mucho conocimiento de los usos del recurso hídrico, y por último obtenemos un 2% de la población universitaria desconocen en su totalidad sobre el tema del uso que se le da al recurso hídrico.

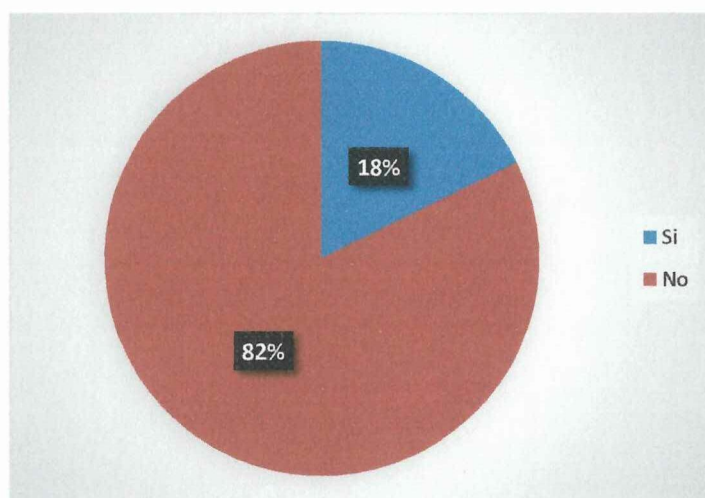
**2. ¿Ha escuchado usted sobre proyectos de captura de agua atmosférica en el país o en la Provincia?**



**Figura 14.** Resultados obtenidos de pregunta 2

El 42% de la población afirman que han escuchado de proyectos de captura de agua atmosféricas en distintos países como Asia, Australia, África e India y en la provincia desconocen de este tipo de proyectos mientras que el 58% de la población universitaria no tienen conocimientos sobre estos proyectos en el país ni en la provincia, esto se muestra en la figura 14.

**3. ¿Conoce de algún proyecto de captura de agua atmosférica para consumo humano?**



**Figura 15.** Resultados obtenidos de pregunta 3

En la figura 15, se observa que el 82% de población universitaria manifestó desconocer de proyectos para la captura de agua atmosférica por la falta de indagaciones bibliográficas y por no dar interés a los proyectos renovables, mientras que el 18% de la población si tienen conocimientos de este tipo de proyectos gracias a las observaciones directas e indirectas.

#### 4. ¿Conoce si el agua disponible en el Campus Salache es apta para el consumo humano?

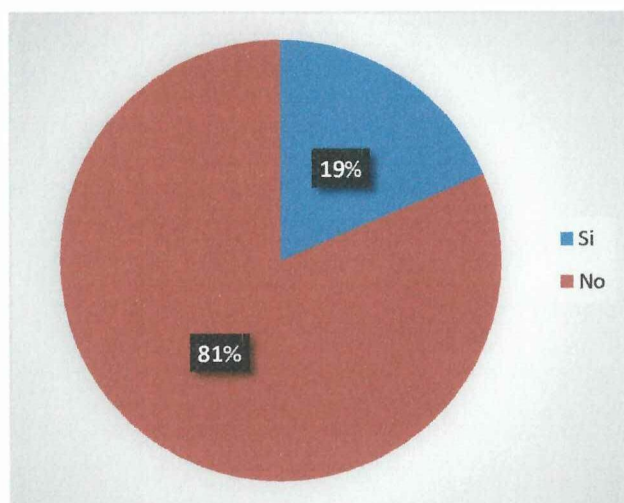


Figura 16. Resultados obtenidos de pregunta 4

El 81% no conocen de la calidad de agua existente en la Facultad CAREN ya que el agua que dispone la facultad es un agua entubada y no es potable por ende no cumple con los parámetros y límites permisibles de un agua segura causando enfermedades y alteraciones en el organismo y el 19% manifiesta conocer la calidad de agua y sus parámetros los cuales son adecuados para el consumo humano, se indica en la figura 16.

**5. ¿Consume usted agua embotellada?**



**Figura 17.** Resultados obtenidos de pregunta 6

De la población universitaria encuestada, se observa en la figura 17 que, un 85% consume agua embotella por su fácil acceso y necesidad vital la misma que brinda una alta confiabilidad para el consumo, mientras que el 15% de la población no consume agua embotella porque tiene una conciencia ambiental.

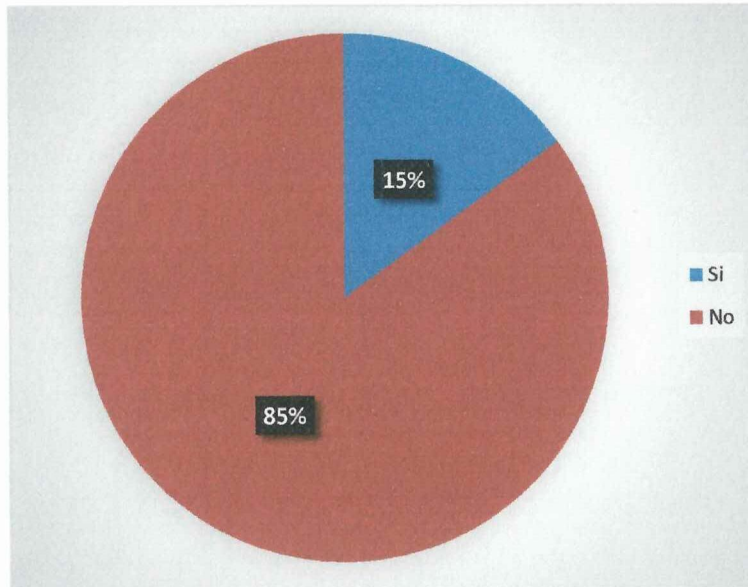
**6. ¿Qué cantidad de agua embotellada consume al día?**

El promedio de agua embotellada que consumen en la facultad es de 1,6 litros por día.

**7. Enumere las razones por las que usted consume agua embotellada.**

Las razones principales por las que consumen agua embotellada son: para satisfacer la necesidad vital, ya que es un agua tratada y las botellas PET son más sanitarias, por la facilidad de adquisición y consumo.

**8. ¿Considera sostenible y amigable con el ambiente el consumo de agua embotellada?**



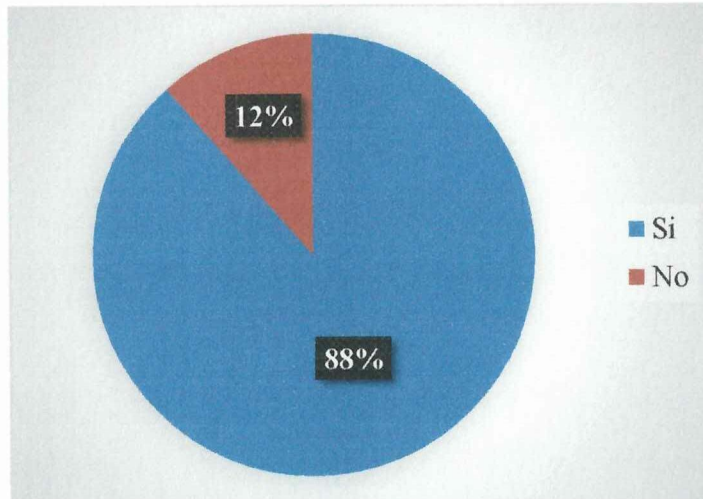
**Figura 18.** Resultados obtenidos de pregunta 8

La figura 18 muestra que, la mayoría de la población universitaria en un total de 113 encuestas el 85% manifiesta que no es amigable el consumo de agua embotellada ya que existe una alta generación de plástico mismos que son causantes de alteraciones en el medio ambiente, el 15% de la población manifiesta que es amigable por la facilidad de obtención para satisfacer necesidades.

**9. ¿Cuál considera el mayor impacto de consumir agua embotellada?**

El principal impacto en el consumo de agua embotellada es la generación de botellas ya no que cuentan con una adecuada disposición final, causando alteraciones al medio ambiente.

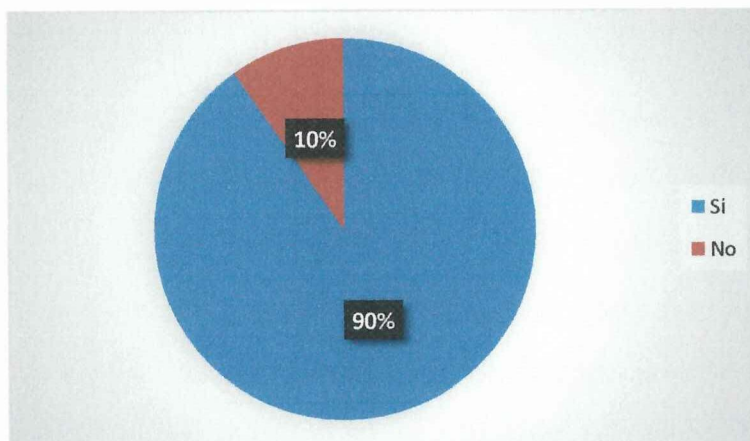
**10. Si dispusiera de una fuente confiable de agua ¿Dejaría de consumir agua embotellada?**



**Figura 19.** Análisis de resultados de pregunta 10

Un 88% si aprobaría el uso de estas fuentes, siempre y cuando cumplan con las normas de calidad, mientras que el 12% no aprobarían esta fuente de consumo ya que podría ser perjudicial para el organismo, se muestra en la figura 10.

**11. ¿Aportaría la instalación de bebederos para consumo humano en la Facultad CAREN?**



**Figura 20.** Análisis de resultados de pregunta 11

La figura 20 muestra que, la población universitaria está de acuerdo en la instalación de bebederos de agua para consumo humano por lo tanto el 90% apoya a esta iniciativa porque podría ser una

fuelle de consumo, ahorro económico y amigable con el medio ambiente, mientras que el 10% de la población universitaria no está de acuerdo por la costumbre de adquirir agua embotellada.

De las encuestas elaboradas y sus respuestas se puede decir que existe la necesidad de implementar proyectos sostenibles y amigables con el ambiente que ayuden a solucionar la falta de agua la misma que cumpla con los parámetros que establece la NORMA INEN 1108 de consumo Humano, tomando en cuenta que la población universitaria consume un promedio de 3lt de agua diarios, así evitaremos un impacto negativo que es la acumulación de residuos plásticos.

#### **10.4. Diseño del sistema pasivo de captura de agua atmosférica**

##### **10.4.1. Construcción del modelo aplicado**

La construcción del prototipo WARKA WATER 3.2 con materiales biodegradables se lo realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi de la facultad CAREN misma que se encuentra ubicada en el Barrio Salache, el sitio para la construcción se seleccionó considerando el piso altitudinal de la F- CAREN punto de abastecimiento de agua recolectada sea de fácil aprovechamiento por la comunidad universitaria.

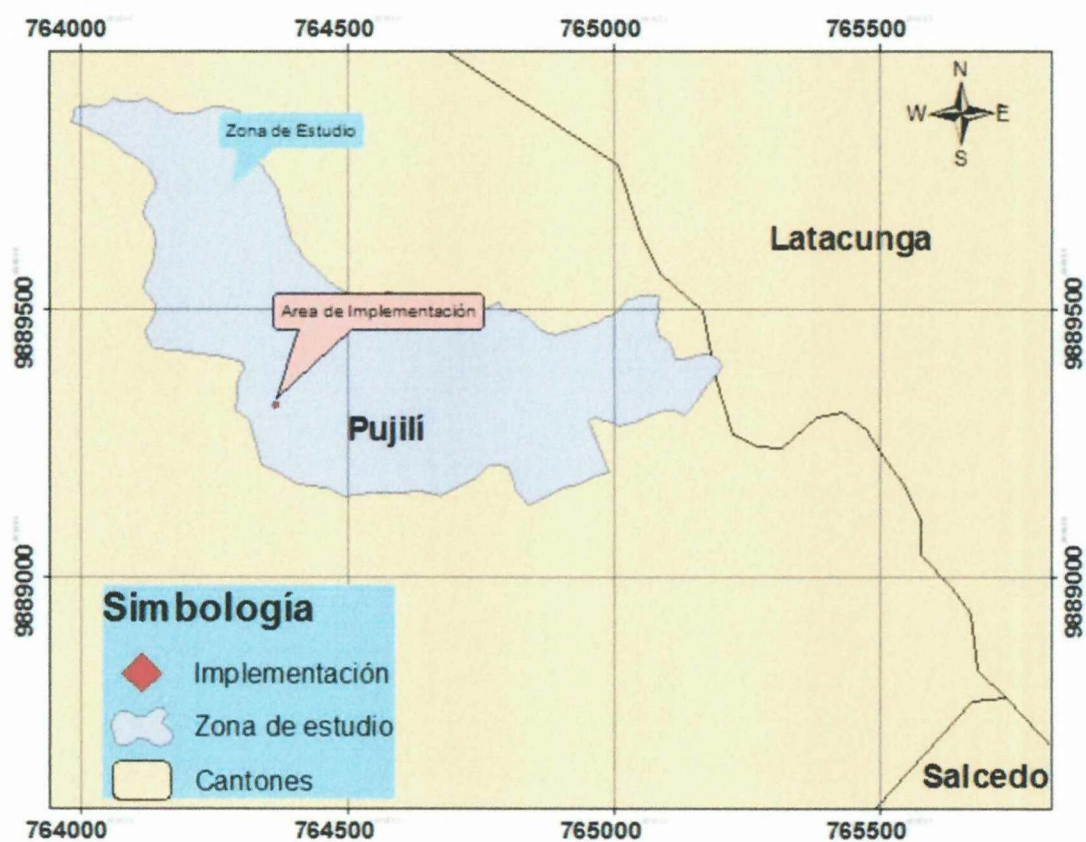
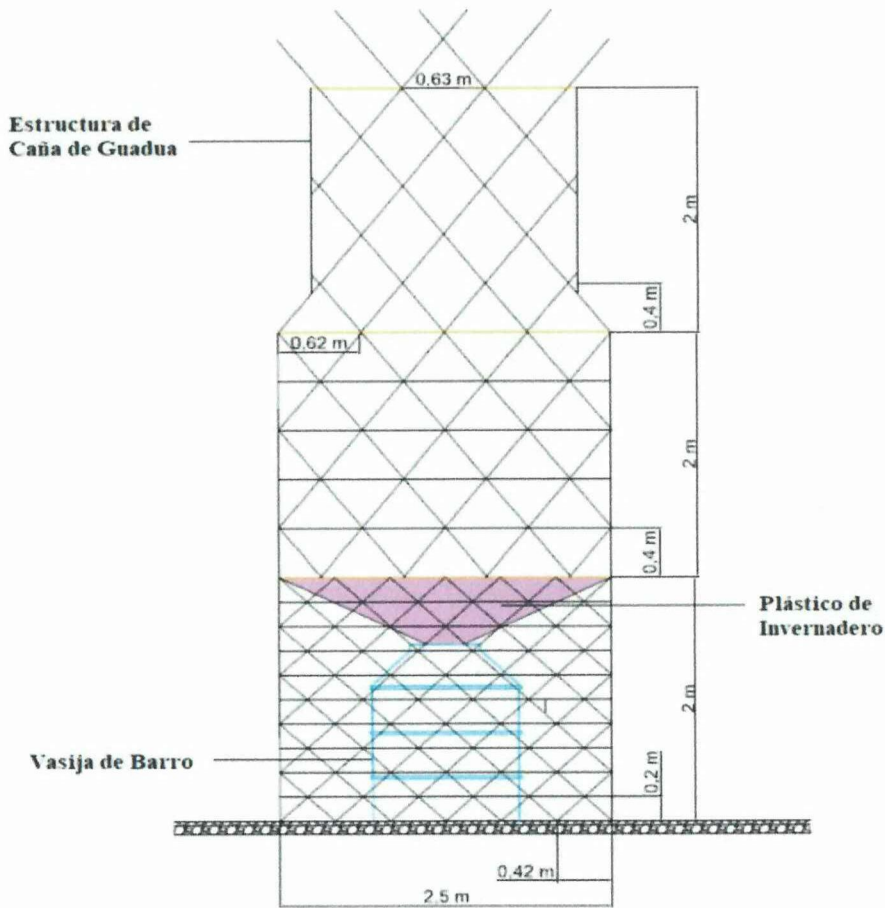


Figura 21. Delimitación del lugar de implementación

Para la construcción del sistema WARKA WATER con materiales alternativos, se estableció previamente las dimensiones que tendrá en el momento de su ejecución en la Facultad CAREN, teniendo como una guía para la selección de dimensiones, las indicadas páginas de Warka Water a continuación, se indica una ilustración, la contextura que tendrán cada uno de los elementos para la construcción.



**Figura 22.** Modelo Warka Water Versión 3.2

La construcción de la torre se ejecutó por secciones, es decir que se realizó 3 pisos con una altura de 2 metros indicados en la figura se construyó de forma individual, lo que dio facilidad de fijación y posteriormente facilito el trasporte al sitio de implementación.

## 10.5. Implementación del sistema pasivo de captura de agua atmosférica

Para la implementación del sistema WARKA WATER se parte del análisis ombrotérmico de Gausson donde nos indica los meses de mayor humedad los mismos que se prolongan desde la segunda semana del mes de septiembre y termina en la tercera semana del mes de mayo, en estos meses son los adecuados para realizar la captura de agua atmosférica porque son favorables.

Los principales materiales utilizados fue la caña de guadua cuyo nombre científico es *Guadua angustifolia*, cuyo material es abundante en zonas cálidas y templadas lo cual fue de fácil adquisición, este material conocido como la *Guadua Angustifolia* conocida como caña de guadua es considerado como una especie de pasto gigante. (Guzman, 2012). Además de la utilización de la caña guadua como material principal, se utilizó anillos de distintos diámetros, abrazaderas de plástico, fibra de cabuya, alambre galvanizado, sarán de 2.50 de ancho, vasija de barro de 30 litros de capacidad.

### 10.5.1. Pasos para la construcción e implementación

#### a. Corte de caña guadua

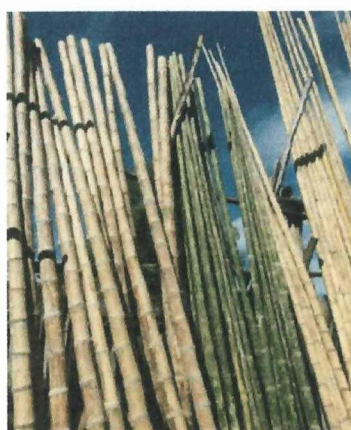


Gráfico 1. Corte de caña guadua

Se inició con el corte de la caña guadua obteniendo de esta manera los elementos que conformaran cada uno de los pisos que estructura la torre Warka Water con materiales biodegradables. Se nota cada una de las dimensiones de cada elemento y en la figura se muestra e corte respectivo.



**Gráfico 2.** Tiras de Caña de Guadua

Los diámetros son aproximados por el hecho que la caña guadua es un material obtenido de la naturaleza y es difícil que tenga un diámetro exacto, hay que tomar muy en cuenta que el primer piso las dimensiones y los cruces deben ser continuamente y muy bien sujetados, ayudara a soportar los vientos tormentosos.

La base del modelo se elaboró con medidas de diámetro de 2,50m, de forma horizontal con una distancia de 0,42cm, de forma vertical 6,0m con una separación de 0,20 cm cada anillo.

La unión y el cruce de las tiras de caña guadua, se sujetaron con fibra de cabuya y alambre galvanizado para mayor firmeza, con cruces en forma de rombo.

El proceso se lo realiza de manera reiterativa ubicando todos los elementos uniendo todos los elementos a los anillos tanto superior como inferior.



**Gráfico 3.** Unión de tiras de Caña de Guadua

El siguiente paso fue construir 4 anillos con un diámetro de 2,00 m de caña de guadua cada uno con inclinaciones vertical de 0,40cm y de separación horizontal de 0,63cm, en este piso se dio los últimos sujeciones y cruces de tiras las cuales darán forma cilíndrica junto a los demás cuerpos, es importante mencionar que para cada unión de tiras se debe sujetar con las fibras de cabuya y con abrazaderas plásticas.



**Gráfico 4.** Fijación de tiras

Para la implementación en la zona de funcionamiento se realizaron adecuaciones al terreno y se realizó una base de ladrillos el cual ayudó a fijar al sistema Ver Gráfico 5



**Gráfico 5.** Base de implementación

Se colocó la malla de sarán en cada uno de los pisos. Para la selección del sarán se consideró el material de fabricación escogiendo el sarán más tupido este material ayuda a capturar agua de la neblina, pero en muy baja cantidad.

En los pisos se colocó aproximadamente 30 m<sup>2</sup> de material tupido, el ensamblaje en los pisos superiores se realizó de manera horizontal para posterior levantar en forma vertical a la estructura sobre la base ya seleccionada.



**Gráfico 6.** Tejada del Sarán.

Por último, se ató a cada uno de los pisos formando así una estructura vertical, sujeta con estacas para estabilizar de fuerte cargas de acción de viento, las estacas se fijaron en 4 puntos del extremo del lugar. Además, se colocó el recipiente almacenador, en esta ocasión se ubicó una vasija de barro de 30 litros y sus respectivos accesorios (manguera, llaves), así mismo la colocación del plástico de invernadero tomando una forma de embudo de un diámetro de 15cm en la parte superior del primer piso de base donde se instaló un embudo, que dirija el agua recolectada hacia la vasija de barro.



**Gráfico 7.** Colocación del sarán, plástico de invernadero, embudo, vasija de barro

#### **10.6. Resultados del agua capturada en el atrapanieblas WARKA WATER**

Se obtuvo agua recolectada por la torre, se cuantificó los volúmenes diarios en una serie de 5 datos que se muestran en la siguiente Tabla.

**Tabla 6.** Medición de agua capturada

<b>MEDICIÓN DE AGUA CAPTURADA</b>		
<b>DÍA</b>	<b>CANTIDAD APROXIMADA (lts)</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
27 de junio	1l	La medición fue tomada en horas de la mañana
29 de junio	2.5l	La medición se tomó en horas de la tarde
3 y 4 de julio	3l	La toma fue en horas de la tarde
5 y 6 de julio	2,50l	La medición se realizó en horas de la mañana
10 de julio	3l	En esta medición el agua almacenada fue de mayor cantidad por la presencia de lluvia

De las mediciones realizadas se identificó el valor con más alta presencia de captura de agua siendo el mes de julio con un valor de 3 litros en horas de la mañana ya que existió una la presencia de lluvia este fenómeno ayudo al almacenamiento indicado.

Se determinó el mes con menor capacidad de almacenamiento mismo que fue el mes de junio con un valor de un 1 litro ya que esta medición fue tomada en horas de la tarde y hubo la presencia de alta temperatura.

#### **10.7. Evaluación de la calidad de agua atmosférica capturada**

Resultado del análisis del laboratorio del estado actual de la muestra obtenida del modelo WARKA WATER y comparada con la NORMA INEN 1108 de agua de Consumo Humano fueron:

### 10.7.1. Parámetros físicos

**Tabla 7.** Parámetros Físicos

PARÁMETROS FÍSICOS	UNIDAD	AGUA CAPTURADA	LÍMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE LA NORMA INEN 1108 2104-01 AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO	CRITERIOS DE RESULTADOS
Color Aparente	PI-Co	<5,51	15	Cumple
Turbidez	NTU	<4,0	5	Cumple

Según los resultados obtenidos en lo referente a los parámetros físicos como son color y turbidez cumplen con los parámetros establecidos de la norma INEN 1108, pudiendo determinar que es un agua cristalina, donde no se puede visualizar sólidos en suspensión

### 10.7.2. Parámetros Químicos

**Tabla 8.** Parámetros Químicos

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	AGUA CAPTURADA	LÍMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE LA NORMA INEN 1108 2104-01 AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO	CRITERIOS DE RESULTADOS
Nitratos	mg/l	4,57	50	Cumple
Nitritos	mg/l	0,010	3,0	Cumple
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	180,0	No aplica	No aplica
Dureza Total	mg/l	105,1	No aplica	No aplica
Hierro	mg/l	<0,20	No aplica	No aplica

<b>Sólidos Suspendidos Totales</b>	mg/l	<10,0	No aplica	No aplica
<b>Potencial Hidrógeno</b>	U ph	7,05	No aplica	No aplica

En los parámetros químicos de acuerdo a los resultados de laboratorio se puede determinar que los Nitratos y Nitritos cumplen con la NORMA INEN 1108, los sólidos disueltos totales, dureza total, hierro, sólidos suspendidos totales, potencial hidrogeno no aplica con lo establecido en la norma vigente.

### 10.7.3. Parámetros Microbiológicos

**Tabla 9.** Parámetros Microbiológicos

<b>PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>AGUA CAPTURADA</b>	<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE LA NORMA INEN 1108 2104-01 AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO</b>	<b>CRITERIOS DE RESULTADOS</b>
<b>Coliformes Fe cales</b>	NMP/100ml	1,1	<sup>(2)</sup> < 1,1	No cumple
<b>Mohos <sup>(*)</sup></b>	UPC/ml	<1	No aplica	No aplica
<b>Levaduras <sup>(*)</sup></b>	UPC/ml	<1	No aplica	No aplica

En la muestra tomada del sistema WARKA WATER se determina que los coliformes fecales tiene un resultado 1,1 NMP/100ml lo que determina que no cumple con los parámetros establecidos en la Norma 1108 que es (2) < 1,1, mientras que el Mohos y levaduras no aplica en esta normativa.

Según los análisis de laboratorio obtenidos de la calidad de agua para el consumo humano de prototipo WARKA WATER, en comparación con la Norma INEN 1108: 2014-01" Agua Consumo

Humano” establece que el agua capturada no es apta por la presencia de coliformes fecales lo cual podría afectar a la salud de la comunidad universitaria.

## **11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):**

### **Técnico**

- La ejecución de este prototipo, diseñado para la captura de agua atmosférica, la misma que será apta para el consumo humano se considera como una investigación confiable ya que ayuda a la sostenibilidad en la comunidad universitaria.
- Los resultados de los diseños de captura de agua limpia y segura para el consumo humano son a largo plazo.

### **Social**

- Una vez que se logre eliminar el no cumplimiento de los parámetros microbiológicos, se podrá obtener agua segura y confiable apta para el consumo humano satisfaciendo las necesidades de la comunidad universitaria.
- Al capturar agua de calidad en un futuro las autoridades o los alumnos podrán ejecutar este tipo de proyectos a grandes magnitudes.
- Con este tipo de proyectos se tiene como fin incentivar a las personas y a concienciar el uso de las energías renovables.

### **Ambientales**

- Es amigable con el medio ambiente y no causa ningún tipo de alteración en el lugar de implementación.

- Puede formar un medio de hábitat de plantas y animales cerca del área de implementación.
- Esta clase de prototipos tendrá mayor acogida por parte de personas externas de la institución ya que es una manera de innovar a la captura de agua atmosférica en base a las energías renovables y de esta manera ayuda reducir alteraciones al medio ambiente.

### **Económicos**

- Los costos de los sistemas de captura de agua pueden ser económicos a comparación de otros sistemas ejecutados, la mayoría de materiales utilizados son biodegradable
- Mínima inversión económica en la ejecución e implementación
- No necesita de alguna estructura adecuada ya que puede ser instalada en un espacio del terreno.

## 12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO INVESTIGATIVO

Tabla 10. Presupuesto del Proyecto Investigativo

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
<b>Equipos (Uso)</b>				
Computador	40	2	0.80	32
Impresora	300	3	0.03	9
Gps	1	2	200	200
<b>Transporte y salida de campo</b>				
Bus	40	6	0.30	12
Almuerzo	40	3	2.50	100
Mano de obra	10	10	10.00	100
<b>Materiales y suministros</b>				
Caña Guadua	40	40	5.00	200
Sarán	30	30	8.00	140
Fibra de cabuya	4	4	3.00	12
Alambre	1	1	120	120
Manguera de paso	1	3m	8.00	80
Llave de paso	1	2	30.00	30
Pondo	1 (3000lt)	1	40.00	40
Clavos	6	6 lb	5.00	300
Pingos	10	10	3.00	30
Análisis de laboratorio	2	U	350	130
<b>Material Bibliográfico y fotocopias.</b>				
Libros	1	1	35.00	35
Impresiones y fotocopias	400	400	0.03	120
<b>Sub Total</b>				2,260
<b>10%</b>				226
<b>TOTAL</b>				<b>2,260</b>

## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13.1. Conclusiones

- Se concluye que el déficit de agua segura en la facultad CAREN es muy elevado ya que no cuentan con bebederos de agua segura y confiable por lo que deberían existir proyectos que viabilicen los servicios de agua calidad.
- La calidad de agua capturada basada en los resultados de los análisis de laboratorio, se puede determinar que no es apta para el consumo humano ya que no cumple con los parámetros microbiológicos de la NORMA INEN 1108.
- La técnica de recolección de agua no fue factible se espera que se implemente otra forma de recolección la que evite el contacto entre el suelo e impida la presencia de excretas de ganado y animales que habitan en el sector.

### 13.2. Recomendaciones

- Para otras investigaciones se recomienda que se adicione mecanismos para evitar la contaminación de parámetros microbiológicos.
- Implementar réplicas del modelo WARKA WATER en lugares donde exista favorables condiciones climáticas.
- Se debe instalar una red de distribución del recurso hídrico para que sea aprovechado por la comunidad universitaria, previo a un tratamiento de cloración que ayude a mejorar la calidad de agua o en su efecto se utiliza como agua de riego.
- Dar mantenimiento al sistema WARKA WATER cada 3 meses y comprobar su efectividad.
- Se recomienda llevar un control minucioso en cuando a la medición de la captura de agua del captador WARKA WATER.

## 14. BIBLIOGRAFIA

- Agua, I. M. de T. del. (2016). Agua para consumo humano, 1–76. Retrieved from [http://190.104.117.163/2016/Septiembre/adopcion/contenido/ponencias/Gabriela Mantilla/Agua para consumo humano.pdf](http://190.104.117.163/2016/Septiembre/adopcion/contenido/ponencias/GabrielaMantilla/Agua%20para%20consumo%20humano.pdf)
- Alcora. (2017). Agua apta para consumo humano - Alcora. Retrieved from <http://alcora.es/blog/agua-apta-consumo-humano/>
- Ambiental, G. a comunitaria par a l a salud. (2011). Problemas de salud por el consumo de agua no potable, 1–20. Retrieved from [http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es\\_cgeh\\_2011/es\\_cgeh\\_2011\\_cap05.pdf](http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es_cgeh_2011/es_cgeh_2011_cap05.pdf)
- Arévalo, M. F. (2015). Mercedes Fernández Arévalo, 18. Retrieved from [http://personal.us.es/mfarevalo/recursos/tec\\_far/evaporacion.pdf](http://personal.us.es/mfarevalo/recursos/tec_far/evaporacion.pdf)
- Campos, C. (2012). Formas de precipitación, 1–75. Retrieved from [http://irrigacion.chapingo.mx/planest/documentos/apuntes/hidrologia\\_sup/UNIDAD4-PRECIPITACION.pdf](http://irrigacion.chapingo.mx/planest/documentos/apuntes/hidrologia_sup/UNIDAD4-PRECIPITACION.pdf)
- Cantos, A. G. O. y J. O. (2014). Tratado de climatología - Antonio Gil Olcina, Jorge Olcina Cantos - Google Libros. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=5WcsDwAAQBAJ&pg=PA437&dq=atrapanieblas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiEs4qHxLzVAhVDOiYKHaztCh4Q6AEILTAC#v=onepage&q&f=false>
- Cañadas, D. (1983). Cuarto Climograma. Retrieved from <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea02s/ch14.htm>
- Cruz, J. da. (2006). Agua embotellada: Signo de nuestro tiempo, 1–6. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd59/DaCruzAgua.pdf>
- Díez, J. (2015). El consumo de agua embotellada, 1–18. Retrieved from

<https://www.ehu.eus/documents/10136/5652098/El+consumo+de+agua+embotellada+en+la+UPV-EHU>

FIDA. (2013). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia*. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/019/i3247s/i3247s.pdf>

Flores, J. (2010). Viento, 21. Retrieved from <http://www.uaaan.mx/~jaflores/viento/viento.pdf>

Fortín. (2014). Temperatura y humedad, 23. Retrieved from <http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/TICA/TemperaturaYhumedad.pdf>

Girbau García. (2002). La contaminación del agua, 1–5. Retrieved from [http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/salud-publica-y-atencion-primaria-de-salud/otros-recursos-1/lecturas/bloque-iii/Contaminacion del agua.pdf](http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/salud-publica-y-atencion-primaria-de-salud/otros-recursos-1/lecturas/bloque-iii/Contaminacion%20del%20agua.pdf)

Guevara, J. (2014). EL AGUA ENTUBADA CAPITULO II. Retrieved from <http://jhonguevaraelagua.blogspot.com/p/capitulo.html>

Guzman, M. (2012). OpEPA - Organización para la Educación y Protección Ambiental - Guadua. Retrieved from [file:///C:/Users/diego/OneDrive/Documentos/OpEPA - Organización para la Educación y Protección Ambiental - Guadua.html](file:///C:/Users/diego/OneDrive/Documentos/OpEPA%20-%20Organizaci3n%20para%20la%20Educaci3n%20y%20Protecci3n%20Ambiental%20-%20Guadua.html)

Holdridge, L. R. (2013). *Ecología basada en zonas de vida*. Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?id=oXutTpUKUb4C&pg=PA87&dq=humedad+y+condensacion+campo+abierto&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjM78qfyLzVAhUGKCYKH-XZDHsQ6AEIJDA#v=onepage&q=humedad y condensacion campo abierto&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=oXutTpUKUb4C&pg=PA87&dq=humedad+y+condensacion+campo+abierto&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjM78qfyLzVAhUGKCYKH-XZDHsQ6AEIJDA#v=onepage&q=humedad%20y%20condensacion%20campo%20abierto&f=false)

Humidity, A., Optional, A. S., Water, O. F., & Domestic, F. O. R. (2009). La humedad atmosférica como fuente opcional de agua para uso doméstico, (2008), 293. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v45n3/v45n3a3.pdf>

Javier, M. (2012). Cotopaxi Clima de la provincia Cotopaxi. Retrieved from <http://grupocotopaxi.blogspot.com/2012/05/clima-de-la-provincia-cotopaxi.html>

Jorquera, A. A. E. y L. I. (2015). *Cosecha de agua de lluvia para enfrentar la escasez de agua en áreas de secano*. Retrieved from

file:///C:/Users/diego/Downloads/undp\_cl\_medioambiente\_Cosecha-agua-lluvia.pdf

Juarez, A. (2010). Precipitación. Retrieved from <http://www.oni.escuelas.edu.ar/2008/cordoba/1324/trabajo/precipitacion.html>

Léon, C. E. (2015). MEDIO AMBIENTE Y ESPACIOS VERDES - ESCOLÁSTICO LEÓN Consuelo , LERMA RUIZ Antonio José , LÓPEZ LLORENS Javier , ALÍA SÁNCHEZ María Luz - Google Libros. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=LVzzCAAQBAJ&pg=PT77&dq=ombrotérmico+de+gaussen&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjUksjbu7zVAhWI5yYKHfMvCvcQ6AEILTAC#v=onepage&q&f=false>

Magdalena, U. (2014). Consumo de agua embotellada y salud : percepción de estudiantes de Enfermería e Ingeniería Ambiental de la ..., (December), 1–13. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Lidice\\_Alvarez\\_Mino/publication/269401410\\_Consumo\\_de\\_agua\\_embotellada\\_y\\_salud\\_percepcion\\_de\\_estudiantes\\_de\\_Enfermeria\\_e\\_Ingenieria\\_Ambiental\\_de\\_la\\_Universidad\\_del\\_Magdalena/links/5489c7500cf225bf669c738a/Consumo-de-agua-embotellada-y-salud-percepcion-de-estudiantes-de-Enfermeria-e-Ingenieria-Ambiental-de-la-Universidad-del-Magdalena.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lidice_Alvarez_Mino/publication/269401410_Consumo_de_agua_embotellada_y_salud_percepcion_de_estudiantes_de_Enfermeria_e_Ingenieria_Ambiental_de_la_Universidad_del_Magdalena/links/5489c7500cf225bf669c738a/Consumo-de-agua-embotellada-y-salud-percepcion-de-estudiantes-de-Enfermeria-e-Ingenieria-Ambiental-de-la-Universidad-del-Magdalena.pdf)

Mendoza, L. (2012). DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CAMPUS GUANAJUATO - Mensaje de Bienvenida. Retrieved from [http://www.di.ugto.mx/gestiona/descargas/1Apuntesclimatologia\\_y\\_meteorologia\\_-\\_2013.pdf](http://www.di.ugto.mx/gestiona/descargas/1Apuntesclimatologia_y_meteorologia_-_2013.pdf)

Navarra, M. (2014). Climatología. Retrieved from <http://meteo.navarra.es/definiciones/climatologia.cfm>

OMS. (2007). Lucha contra las enfermedades transmitidas por el agua en los hogares, 1–36. Retrieved from [http://www.who.int/household\\_water/advocacy/combating\\_disease\\_es.pdf](http://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease_es.pdf)

Relativa, H., & Absoluta, H. (2007). La Guía MetAs, 4. Retrieved from [http://www.elsitiodelagua.com/i/biblioteca/medio/punto\\_de\\_rocio.pdf](http://www.elsitiodelagua.com/i/biblioteca/medio/punto_de_rocio.pdf)

Ricardo Trujillo. (2013). CAPITULO 2 :, 9–26. Retrieved from [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_136\\_147\\_89\\_1257.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_136_147_89_1257.pdf)

- Salud, M. de. (2012). Rendición de cuentas 2012 Ministerio de Salud Pública – Ministerio de Salud Pública. Retrieved from <http://www.salud.gob.ec/rendicion-de-cuentas-2012-ministerio-de-salud-publica/>
- Sánchez, C. (2005). Captura de Agua Atmosférica ( bruma , llovizna , lluvia , hielo y nieve ) una nueva fuente de Agua . El Proyecto DYSDERA , un, 1–18. Retrieved from [http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/2732\\_CS%E1nchez.pdf](http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/2732_CS%E1nchez.pdf)
- Sarochar, H. E. (2015). *INTRODUCCIÓN a la METEOROLOGÍA GENERAL*. Retrieved from [http://extension.fcaglp.unlp.edu.ar/content/obs/descargas/Introduccion\\_a\\_la\\_Meteorologia\\_I.pdf](http://extension.fcaglp.unlp.edu.ar/content/obs/descargas/Introduccion_a_la_Meteorologia_I.pdf)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, P. y A. (2016). Técnicas de cosecha de agua \_ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación \_ Gobierno \_ gob. Retrieved from <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/tecnicas-de-cosecha-de-agua>
- Sociedad Nacional de Minería y Petroleo y Energia. (2012). SNMPE, 1–4.
- Sorgato, V. (2015). Ecuador consume más agua en la región \_\_ Planeta \_\_ EL COMERCIO. Retrieved from [file:///C:/Users/diego/Desktop/Documentos\\_mendeley/Ecuador consume más agua en la región \\_\\_ Planeta \\_\\_ EL COMERCIO.html](file:///C:/Users/diego/Desktop/Documentos_mendeley/Ecuador consume más agua en la región __ Planeta __ EL COMERCIO.html)
- Suzanne Gray. (2013). Introduccion a la captacion del agua, 11. Retrieved from <http://www.auburn.edu/~clinedj/Spanish Publications Website/publications/Spanish WHAP/GT3 Water Harvesting.pdf>
- Tolcachier, A. J. (n.d.). Contaminación del agua, 1–10. Retrieved from [http://cedoc.infid.edu.ar/upload/Alberto\\_Jorge\\_TolcachiesContaminacion\\_del\\_agua\\_3.pdf](http://cedoc.infid.edu.ar/upload/Alberto_Jorge_TolcachiesContaminacion_del_agua_3.pdf)
- Unamuno, M. De. (2002). El Autor de la Semana Niebla, 141. Retrieved from <http://web.uchile.cl/archivos/uchile/revistas/autor/unamuno/Niebla.pdf>
- Unidas, N. (2009). Recursos Hidricos, 1–6. Retrieved from <https://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/recursos-hidricos-foldout.pdf>

- Unidas, N. (2014). Tipos de precipitaciones. Retrieved from <http://www.tipos.co/tipos-de-precipitaciones/>
- Valle, R. (2011). Sistema de captación de agua de la niebla. Retrieved from <http://www.bajatec.net/agua-captacion-conservacion/captacion-agua-niebla>
- Vallejo, N. (2010). Climatología, 1 .42. Retrieved from [http://www-atmo.at.fcen.uba.ar/materias/CLASE 1-2007\\_clima.pdf](http://www-atmo.at.fcen.uba.ar/materias/CLASE 1-2007_clima.pdf)
- Vittori, A. (2016). WW\_WS\_Home\_170719\_Cover1. Retrieved from [https://translate.googleusercontent.com/translate\\_c?depth=1&hl=es&prev=search&rurl=translate.google.com.ec&sl=en&sp=nmt4&u=http://www.warkawater.org/warkawater/&usg=ALkJrhjQlxs2aPYA4Sp4X5H1Uap9dFIM\\_g](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=es&prev=search&rurl=translate.google.com.ec&sl=en&sp=nmt4&u=http://www.warkawater.org/warkawater/&usg=ALkJrhjQlxs2aPYA4Sp4X5H1Uap9dFIM_g)

## 15. ANEXOS

### Anexo 1. Aval de traducción



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

### *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; Karina Iveth Molina Pulloquina, cuyo título versa **"IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE CAPTURA DE AGUA ATMOSFÉRICA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA FACULTAD CAREN"**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, agosto 2017

Atentamente,


Marcelo Pacheco Pruna

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**

C.C. 0502617350



## Anexo 2. Hoja de Vida Tutor



## HOJA DE VIDA


**DATOS PERSONALES:** CORDOVA YANCHAPARTA VICENTE DE LA DOLDROSA Cédula/Pas: 139134922

FECHA Y LUGAR DE NACIMIENTO: 05/04/1960 EN 593\_ZONANODELIMITADA\_MDCU\_900351

SEXO: HOMBRE ESTADO CIVIL: CASADO/A DISCAPACIDAD: NINGUNA

DIRECCIÓN: 593\_PICHINCHA\_MEJÍA\_170350 23 DE JULIO 0202 Y LUIS CORDERO

Teléfono Convencional: 032875191 Celular: 0999731878 Operadora: ALEGRO



**DATOS ACADÉMICOS:**

TITULO	NOMBRE	AREA	SUBAREA	PAIS	SENESCYT
Doctor PH.D	DOCTOR EN EDUCACIÓN	Ciencias Básicas	Medio Ambiente	EEUU	5435R-12-12303
Magister	MASTER OF SCIENCE	Ciencias Básicas	Medio Ambiente	EEUU	5435R-12-11953
Ingeniero (a)	INGENIERO AGRÓNOMO	Agrícola y Pecuaria	Ciencias Agrarias	Ecuador	1010-08-866090

**CURSOS Y CERTIFICADOS:**

TIPO	NOMBRE	INSTITUCION	HORAS	FECHA
Actualización Científica	CONFERENCIA REGIONAL ANDINA: CONFRONTANDO LOS IMPA	AGENCIA NACIONAL DEL AGUA, PERU	20	13/febrero/2015
Certificado	APLICACIÓN DE ITEMS MEDIANTE RECURSOS E-LEARNING Y	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	10	22/noviembre/2014
Actualización Científica	I JORNADAS CIENTÍFICAS "UTC 2014", CIENCIA, TECNOL	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	03/octubre/2014
Certificado	CUMBRE DEL BUEN CONOCER	MINISTERIO COORDINADOR DE CONOCIMIENTO Y TALENTO H	40	30/mayo/2014
Curso	CAPACITACIÓN SOBRE ELABORACIÓN DE PUBLICACIONES CI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	28/febrero/2014
Actualización Científica	FITOMEJORAMIENTO Y SISTEMAS DE SEMILLAS	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	13/noviembre/2013
Formación Pedagógica Andragógica	JORNADAS JORNADAS ACADÉMICAS 2013 "GESTIÓN ACADÉMI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	15/marzo/2013

**PUBLICACIONES DE LIBROS O REVISTAS:**


TIPO	TITULO	PAG	EDIC	AÑO	ISBN
------	--------	-----	------	-----	------

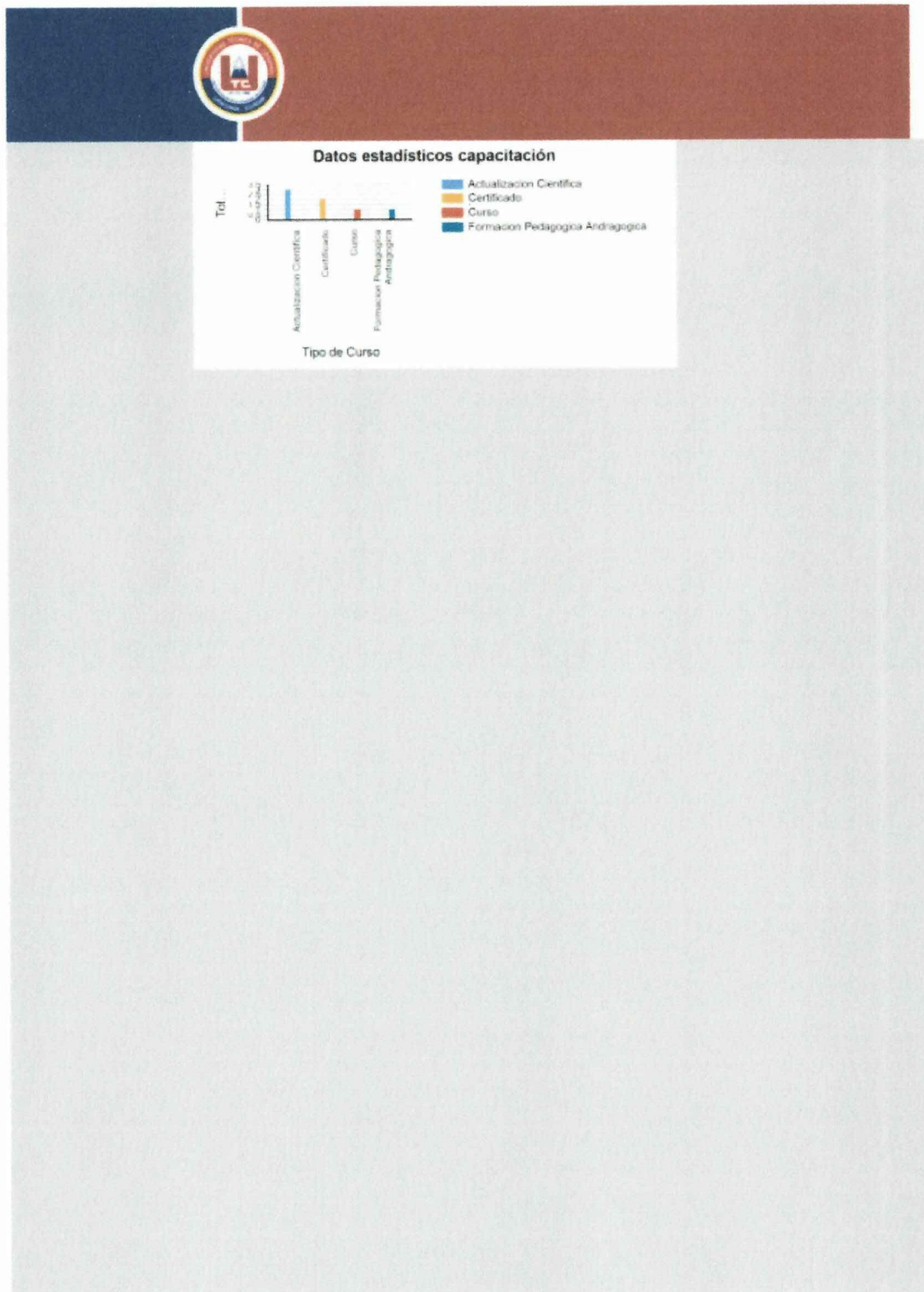
**EXPERIENCIA LABORAL:**

TIPO	INSTITUCION	CARGO	CATEDRA	INICIO	FIN	REFERENCIA	TLF-REF
------	-------------	-------	---------	--------	-----	------------	---------

**DATOS LABORALES DENTRO DE LA UTC:**

CAMPUS	RELACION-LAB	CARGO	FUNCION-ADM
SL	Contrato con Relacion de Dependencia	Docente	PROFESOR OCASIONAL PHD - TIEMPO COMPLETO



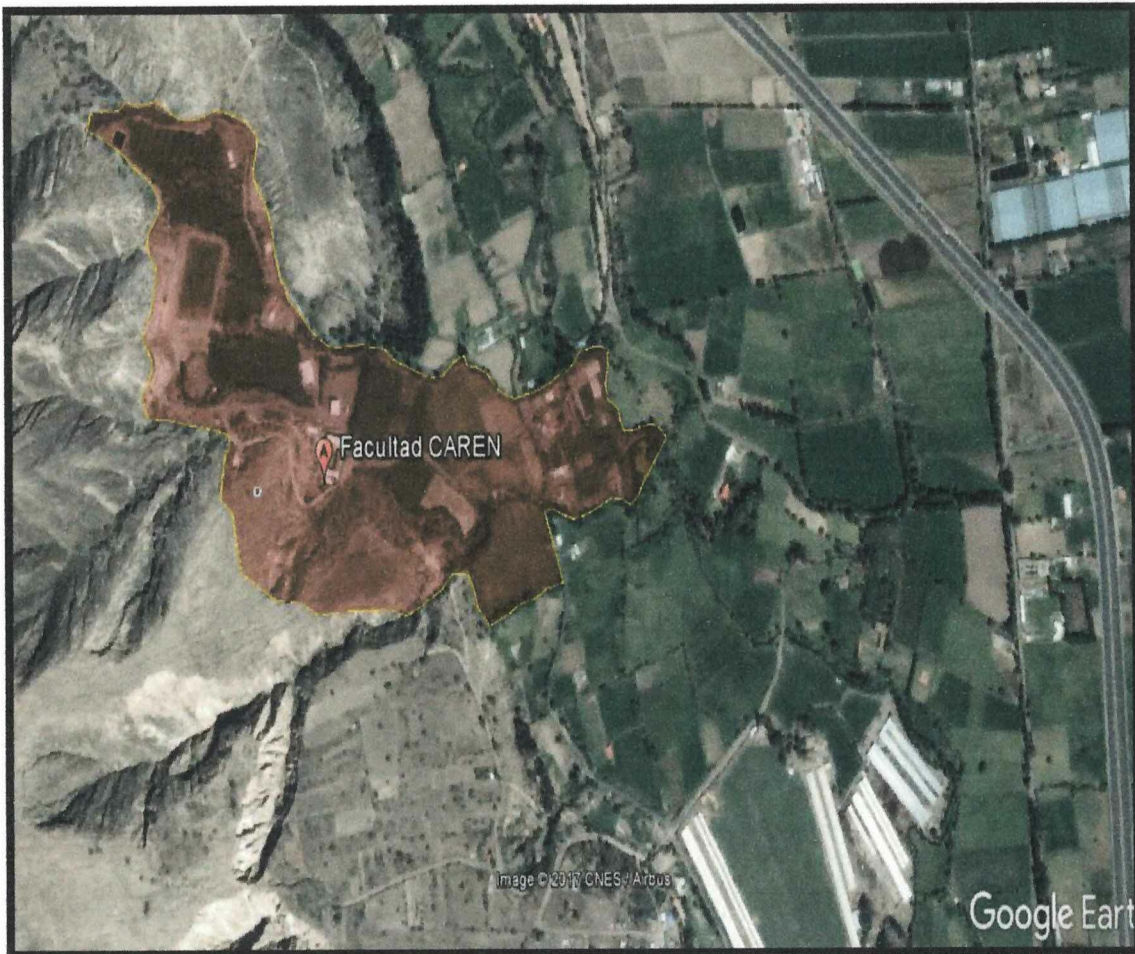


Anexo 3. Matriz de Operacionalización



OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDAD	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Determinar las necesidades de agua segura para la población de la Facultad CAREN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación del área de estudio</li> <li>• Información meteorológica</li> <li>• Caracterización de la población de "CAREN"</li> <li>• Determinación consumo</li> <li>• Relación de fuentes consumo y población para establecer la necesidad de agua segura.</li> </ul>	<p>Características de la población</p> <p>Cantidad agua consumida</p> <p>Cantidad de agua consumo por estrato poblacional</p>	<p>Determina el tamaño, la densidad, la distribución de las personas de la facultad "CAREN"</p> <p>Se entiende por consumo doméstico de agua por habitante a la cantidad de agua que dispone una persona para sus necesidades diarias de consumo, aseo, limpieza, riego, etc. y se mide en litros por habitante y día (l/hab-día).</p>	<p>Porcentajes</p> <p>Lt/persona/Día</p> <p>Lt/persona/Día</p>	<p>Encuestas</p> <p>Tabulaciones</p> <p>Cálculos</p>
Diseñar un sistema pasivo de captura de agua atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de modelo</li> <li>• Diseño de prototipo</li> <li>• Instalación del prototipo</li> </ul>	<p>Tipo de captura de agua</p> <p>Modelo</p> <p>Implantación</p>	<p>Los captadores de agua presente en la bruma, la niebla y las nubes bajas, así como recoger la lluvia y la lluvia conduciéndola hacia un aljibe o depósito donde es almacenada para su posterior utilización.</p> <p>Existen varios modelos de equipos, diseñados específicamente para obtener capturas y duraciones óptimas enfrentándose a las distintas condiciones climáticas que pueden presentarse.</p>	<p>Volumen</p> <p>Metros</p> <p>Longitud</p> <p>Metros</p> <p>Longitud</p>	<p>Dimensiones</p> <p>Dimensiones</p> <p>Modelo funcional</p>

<p>Implementar el sistema pasivo de captura de agua atmosférica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Descripción del lugar</li> <li>• Instalaciones de captura de agua</li> </ul>	<p>Climatología básica, cobertura vegetal</p> <p>Orientación, sujeción, estabilidad</p> <p>Volumen de producción</p>	<p>Los paralelos y meridianos forman una red geográfica de líneas imaginarias que permiten ubicar la posición de un punto cualquiera en la superficie terrestre.</p> <p>Climatología siendo en si una ciencia o rama de la geografía y por ende de las ciencias de la Tierra que se ocupa del estudio del clima.</p> <p>El grado de uso de la capacidad de producción.</p>	<p>Metros (m)</p>	<p>Coordenadas</p> <p>Datos</p> <p>Medidas</p> <p>Cálculos</p>
<p>Evaluar la calidad de agua atmosférica capturada, con fines de consumo humano</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolo</li> <li>• Evaluación de agua capturada</li> </ul>	<p>Parámetros:</p> <p>Físicos</p> <p>Químicos</p> <p>Biológicos</p>	<p>los parámetros de la calidad de agua ayudan a adquirir los límites que el agua puede contener y de esta manera considerarla si es apta para el consumo humano.</p> <p><b>Parámetros físicos:</b></p> <p>Existen ciertas características del agua, se consideran físicas porque son perceptibles por los sentidos (vista, olfato o gusto), y tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua</p> <p><b>Parámetros químicos:</b></p> <p>Los múltiples compuestos químicos disueltos en el agua pueden ser de origen natural o industrial y serían benéficos o dañinos de acuerdo a su composición y concentración.</p> <p><b>Parámetros biológicos</b></p> <p>La cantidad de microorganismos va acompañando las características físicas y químicas del agua, ya que cuando el agua tiene temperaturas templadas y materia orgánica disponible, la población crece y se diversifica.</p>	<p>L/día</p> <p>Milímetros (mm)</p>	<p>Laboratorios autorizados</p>

Anexo 4. Ubicación del lugar de implementación










## Anexo 5. Encuesta

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales Escuela de Ingeniería de Medio Ambiente		
<b>Tema: IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO DEL SISTEMA DE CAPTURA DE AGUA ATMOSFERICA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA FACULTAD CAREN</b>		
<b>Objetivo:</b> Recopilar información con el fin de determinar la calidad de agua que consume la Comunidad Universitaria. Por favor marcar los casilleros con una X y responda de una forma clara y concisa a las preguntas propuestas. De antemano le agradezco por su colaboración.		
<b>Carrera a la que pertenece:</b>		
<b>Género:</b>		
Masculino	Femenino	
1. ¿Cuánto conoce usted sobre los usos del agua?		
Mucho	Poco	Nada
2. ¿Ha escuchado usted sobre proyectos de captura de agua atmosférica en el país o en la provincia?		
Si	No	
3. ¿Conoce de algún proyecto de captura de agua atmosférica para consumo humano?		
Si	No	
4. ¿Conoce si el agua disponible en el Campus Salache es apta para el consumo humano?		
Si	No	
5. ¿Consume usted agua embotellada?		
Si	No	
6. ¿Qué cantidad de agua embotellada consume al día?		
7. Enumere las razones por las que usted consume agua embotellada.		
8. ¿Considera sostenible y amigable con el ambiente el consumo de agua embotellada?		
Si	No	
9. ¿Cuál considera el mayor impacto de consumir agua embotellada?		
10. ¿Si dispusiera de una fuente confiable de agua, dejaría de consumir agua embotellada?		
Si	No	
11. ¿Aprobaría la instalación de bebederos para consumo humano en la Facultad CAREN?		
Si	No	

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

**Anexo 6: Protocolo para toma de muestras según la Norma NTE INEN 1108 2014-01**

<b>Toma de muestras según la Norma NTE INEN</b>	
1. Limpieza del grifo	2. Esterilizar el frasco
	
3. Llenado del frasco	4. Espacio de Aire
	
5. Tapado del frasco	6. Etiquetado de las muestras
	
7. Transporte de las muestras	
	

**Fuente:** Protocolo de toma de muestra NORMA NTE INE

**Anexo 7: Construcción del Prototipo**

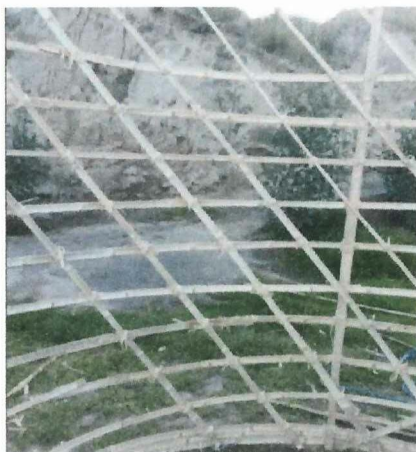
Elaboración de la base



Unión de caña guadua para los anillos



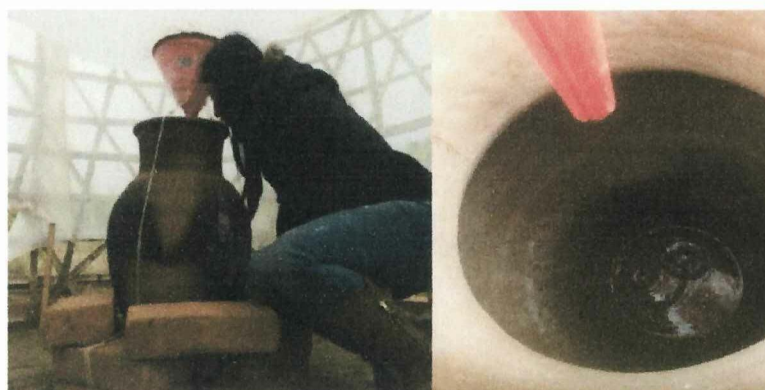
Cruce de Cañas Guadua



Colocación del plástico, sarán en la parte interna



Observación de la captura de agua



**Anexo 8.** Formato de etiquetado de muestra de agua capturada

 <p>Ingeniería Medio Ambiente</p>	<p><b>“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”</b></p>
<p><b>DATOS GENERALES:</b></p>	
<p><b>Fecha de la Visita In situ:</b></p>	<p><b>Lugar De Ejecución:</b></p>
<p><b>Provincia:</b></p>	<p><b>Día:</b></p>
<p><b>DATOS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO:</b></p>	
<p><b>Cantidad de agua capturada:</b></p>	

Fuente: Autor

## Anexo 9. Resultado de los análisis de Laboratorio del agua Capturada



ALS Ecuador  
Rigoberto Heredia 0e6-157 y Huachi  
Quito, Ecuador  
T: +593 2341 4080

PROTOCOLO N°: 282378/2017-1.0	Rev. 40
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 10
	Página 1 de 4

NOMBRE DEL CLIENTE: SEÑORITA KARINA MOLINA  
 DIRIGIDO EN ATENCIÓN A: SEÑORITA KARINA MOLINA  
 NOMBRE DEL PROYECTO: IMPLANTACIÓN DE UN PROTOTIPO DEL SISTEMA DE CAPTURA DE AGUA ATMOSFÉRICA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA FACULTAD CAREN  
 DIRECCIÓN DEL PROYECTO: LATACUNGA  
 MUESTREO REALIZADO POR: EL CLIENTE  
 PROCEDIMIENTO MUESTREO: NO REPORTADO POR EL CLIENTE  
 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: JULIO, 17 DEL 2017 / 18:00 / Nº CADENA DE CUSTODIA: 3017294  
 LUGAR DE ANÁLISIS: COMPLAMEC S.A. / QUITO - RIGOBERTO HEREDIA 0E6-157 Y HUACHI  
 FECHA DE ANÁLISIS: JULIO 17 AL 28 DEL 2017  
 FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 28 DE JULIO DEL 2017

## INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MÁTRIZ	AGUA						
	CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84	CONSERVACIONES
1138.2	Pan de Azúcar	Pan de Azúcar	Pan de Azúcar de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales	No reportado por el cliente	No reportado por el cliente	No reportado por el cliente	Ninguna Observación

## REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

Laboratorio de Ensayo ALS acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE 20 05-005  
 Los ítems marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.  
 SAE - Standard Methods  
 EPA - Environmental Protection Agency  
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. ALS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.  
 (\*) Las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Corresponsables AMBACOM por ALS. Esto no influye en los resultados que se describen en el presente informe.  
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS.  
 Sin la firma del Responsable Técnico y el sello de ALS, este informe no es válido.



Químico Miguel Maza  
 Gerencia Técnica ALS



Rigoberto Heredia De6-157 y Huachi  
Quito, Ecuador  
T: +59 3 2341 4080

PROTOCOLO N°: 282378/2017-1.0	01-41
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 01
	Página: 2 de 4

#### RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	2142-2	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	Criterio de Resultados
				Para Agua de la Facultad		
COLOR APARENTE	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 C	PA-15.00	PCU	15.01	15	CUMPLE
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2150 A y 2150 E	PA-17.00	NTU	4.0	5	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NO, E	PA-48.00	mg/l	4.97	50	CUMPLE
NITRITOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NO, C	PA-13.00	mg/l	2.010	3.0	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 9221 B, E y F	PA-46.00	NMP/100ml	1.1	<sup>19</sup> < 1.1	NO CUMPLE
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2540 A y 2540 C	PA-18.00	mg/l	186.0	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2540 A y 2540 C	PA-40.00	mg/l	106.1	NO APLICA	NO APLICA
HECHO	CFR 2010 A, Rev. 01, 1980 Standard Methods Ed. 22, 2012, 2111 B	PA-20.00	mg/l	< 0.20	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2540 A y 2540 C	PA-16.00	mg/l	< 16.0	NO APLICA	NO APLICA
MOHOS(*)	AOAC 901.02, Ed. 19, 2005 Standard Methods Ed. 22, 2012, 9103	PA-81.00	UFC/ml	< 1	NO APLICA	NO APLICA
LEVADURAS(*)	AOAC 901.02, Ed. 19, 2005 Standard Methods Ed. 22, 2012, 9103	PA-81.00	UFC/ml	< 1	NO APLICA	NO APLICA
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA-05.00	U pH	7.85	NO APLICA	NO APLICA



#### REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (\*) (E) (S) que se analiza a continuación, está FUERA del alcance de acreditación de SAE

\* Norma Técnica Ecuatoriana, NTE NEN 1158:2014, Quema Nacional 2014-1, Agua Potable, República

E Significa que en el ensayo se usó un tamaño de tubo de 30 cm<sup>2</sup> a 10 tubos de 10 cm<sup>2</sup> según se justifica

<sup>19</sup> Criterio de resultado