

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>
	Dependencia	Aprobado		Pág.
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>1(155)</b>	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	CARLOS MARIO PEÑALOZA VELASQUEZ MARIA ALEJANDRA PEÑALOZA VELASQUEZ		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	YEENY LOZANO LAZARO		
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACION DE UN SISTEMA PILOTO DE CAPTACION DE AGUA MEDIANTE LA TECNOLOGIA DE APROVECHAMIENTO DE LA NIEBLA EN SECTORES ESTRATEGICOS DEL MUNICIPIO DE OCAÑA.		
<b>RESUMEN</b> (70 palabras aproximadamente)			
<p>LA ESCASEZ DE AGUA DULCE EN EL PLANETA ES UNA PROBLEMATICA QUE SE PRESENTA A NIVEL MUNDIAL Y NO DIFIERE EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER, EN DONDE SE REALIZA UNA SOBRECARGA A LOS CUERPOS HIDRICOS QUE SUMINISTRAN EL RECURSO. LOS SISTEMAS DE CAPTACION DE AGUA HORIZONTAL (ATRAPANIEBLAS) SE PRESENTAN COMO UNA ALTERNATIVA FACIL Y ECONOMICA EN CUANTO A CONSTRUCCION Y OPERACION PARA LA OBTENCION DEL PRECIADO LIQUIDO.</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 147	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1



**EVALUACIÓN DE UN SISTEMA PILOTO DE CAPTACIÓN DE AGUA MEDIANTE  
LA TECNOLOGÍA DE APROVECHAMIENTO DE LA NIEBLA EN SECTORES  
ESTRATÉGICOS DEL MUNICIPIO DE OCAÑA.**

**AUTOR:**

**CARLOS MARIO PEÑALOZA VELÁSQUEZ Y MARÍA ALEJANDRA PEÑALOZA  
VELÁSQUEZ**

**Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Ambiental**

**Directora:**

**Esp. YEENY LOZANO LÁZARO**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE**

**INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Ocaña, Colombia**

**Febrero, 2020**

## **Dedicatoria**

A Dios por bendecirnos grandemente, porque en su infinita misericordia ha permitido que culminemos nuestros estudios y es quien merece toda la gloria y la honra por nuestro triunfo.

A nuestros padres, por ser quienes día tras día han enfocado sus esfuerzos para que nosotros podamos salir adelante, por su amor, entrega y dedicación; este logro es por ustedes y para ustedes.

## **Agradecimientos**

En primer lugar a Dios, porque es quien permite cada una de las situaciones por las que hemos pasado, porque lejos de él nada somos, porque sus planes son perfectos y para los que creemos en él todas las cosas nos ayudan a bien.

A nuestros padres, gracias por todas sus palabras de aliento para continuar aun cuando sentíamos cansancio, trasnochos o madrugadas, gracias a ustedes por ser nuestra motivación e inspiración para salir adelante y poder algún día retribuirles algo de lo tanto que han realizado por nosotros, esperamos seguir alcanzando nuestras metas y seguir siendo motivo de orgullo para ustedes.

A nuestra directora de proyecto, la Especialista Yeeny Lozano Lázaro, solo tenemos palabras de agradecimiento por la dedicación que tuvo para con nosotros durante la ejecución de nuestro proyecto, gracias por brindarnos y compartirnos todo su conocimiento, gracias por sacar tiempo de donde quizá no existía para corregirnos, solo tenemos palabras de gratitud hacia usted, respeto y admiración total.

A nuestro profesor Alexander Armesto, quien nos brindó su conocimiento, tiempo y experiencia al momento de instalar las estaciones meteorológicas necesarias y realizar el análisis estadístico de varianza de las variables atmosféricas monitoreadas.

A todas las personas que nos brindaron con amabilidad un espacio de sus predios para la instalación y operación de los sistemas.

## Resumen

La escasez de agua dulce en el planeta es una problemática que se presenta a nivel mundial y no difiere en el municipio de Ocaña Norte de Santander, en donde se realiza una sobrecarga a los cuerpos hídricos que suministran el recurso. Los sistemas de captación de agua horizontal (atrapanieblas) se presentan como una alternativa fácil y económica en cuanto a construcción y operación para la obtención del preciado líquido.

Los sistemas pilotos constan de un malla Raschel (Polisombra) del 35% de sombrero, dos guaduas de 4 metros de altura, un tubo de pvc con un orificio en la parte superior que actúa como canaleta para la conducción del agua capturada, un tanque de almacenamiento unido con la canaleta por medio de otro tubo de pvc. Se seleccionaron tres puntos para la instalación de dichos sistemas ubicados en el Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Vereda “Llano Alto” en Aguas Claras y Finca “La Laguna” en el corregimiento de Pueblo Nuevo, se realizaron mediciones de variables atmosféricas por medio de las aplicaciones “Weather Underground” y “Accuweather”, se realizaron muestreos de agua cuyos resultados fueron comparados con los valores máximos aceptables establecidos en el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 de 2007, Así mismo fueron comparados con lo establecido en el RAS 2000, en cuanto a la calidad de la fuente hídrica, de donde se obtuvo que la calidad de las muestras es regular a lo que se le debe realizar un proceso de filtración y desinfección, Igualmente estos resultados fueron analizados por medio del software ICATest V1.0 en donde se calcularon los Índices de Contaminación que incluyen (Índice de Contaminación por Materia Orgánica- ICOMO, Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos- ICOSUS y el Índice de Contaminación por Mineralización- ICOMI) y el Índice de Calidad del Agua-ICA , Se midieron los niveles de

agua que eran captados por los atrapanieblas y se calculó el volumen que representa dicho nivel por medio de la fórmula matemática para hallar el volumen de un cilindro, las variables atmosféricas monitoreadas fueron sometidas a análisis estadísticos de varianza por medio del Software XLSTAT y el modelo estadístico ANOVA.

Los resultados obtenidos muestran que los atrapanieblas representan una gran alternativa para la obtención de agua en sectores con condiciones climatológicas y de topografía óptimas, pudiendo ser implementada en regiones con difícil acceso al agua potable como necesidad básica de la población.

**Palabras Clave:** Atrapanieblas, Niebla, Humedad, Agua Potable, Condiciones climáticas.

## Índice

<b>Capítulo 1: Evaluación de un sistema piloto de captación de agua mediante la tecnología de aprovechamiento de la niebla en sectores estratégicos del municipio de Ocaña.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema .....	3
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo general. ....	3
1.3.2 Objetivos específicos.. ....	3
1.4 Justificación.....	4
1.5 Delimitaciones.....	6
1.5.1 Delimitación operativa.....	6
1.5.2 Delimitación Conceptual.....	6
1.5.3 Delimitación Geográfica. ....	6
1.5.4 Delimitación temporal.....	6
 <b>Capítulo 2: Marco Referencial .....</b>	 <b>7</b>
2.1 Marco Histórico .....	7
2.1.1 Decenios internacionales de agua de las naciones unidas.....	8
2.1.2 Decenio internacional para la acción “El agua, fuente de vida” (2005- 2015). .	8
2.1.3 Carta europea del agua (1968) .....	9

2.1.4 Decenio internacional del agua potable y del saneamiento ambiental, 1981-1990 (1980).....	9
2.1.5 Declaración de Dublín (1992).....	9
2.1.6 Declaración de Bonn (2001).....	10
2.1.7 Decenio internacional para la acción, “el agua, fuente de vida”, 2005-2015 (2003).....	10
2.2 Marco contextual.....	11
2.3 Marco conceptual.....	12
2.3.1 Nieblas por evaporación.....	12
2.3.2 Niebla de advección.....	12
2.3.3 Niebla de Radiación:.....	13
2.3.4 Nieblas por enfriamiento.....	13
2.3.5 Niebla orográfica.....	13
2.3.6 Niebla de precipitación.....	14
2.3.7 Niebla de ladera.....	14
2.3.8 Niebla de valle.....	14
2.3.9 Niebla de Hielo.....	14
2.3.10 El viento.....	15
2.3.11 Temperatura.....	15
2.3.12 Relieve.....	15

2.3.13 Capacidad hídrica de la niebla .....	15
2.4 Marco teórico .....	16
2.4.1 Proyectos actuales .....	19
2.4.1.1 Guatemala- Tojquia (2006).....	19
2.4.1.2 Etiopía (2010).....	19
2.4.1.3 Chile Atacama (2007). ....	20
2.4.1.4 Chile Falda Verde (2001) .....	20
2.4.1.5 Nepal (2001).....	20
2.4.1.5 Eritrea (2005). ....	21
2.4.1.6 Moroco (2006). ....	21
2.4.2 Proyectos pendientes .....	22
2.4.2.1 Israel (2002-2010).....	22
2.4.2.2 Chile- Chanavaya (2010)). ....	22
2.4.3 Proyectos pasados .....	23
2.4.3.1 Chile Cerro Talinay (2004-2005).....	23
2.4.3.2 Chile Padre Hurtado (1999-2004).....	23
2.4.3.3 República Dominicana (1999-2001). ....	23
2.4.3.4 Ecuador (1992-1993). ....	23
2.4.3.5 Guatemala Lago Atitlán (2003-2005). ....	24
2.4.3.6 Haití Salagnac Plateau (2001-2002).....	24

2.4.3.7 Namibia (1996-2001).....	24
2.4.3.8 Sultanato de Omán (1989-1990).....	24
2.5 Marco legal.....	25
<b>Capítulo 3: Diseño Metodológico.....</b>	<b>30</b>
3.1 Tipo de investigación .....	30
3.2 Población.....	37
3.3 Muestra.....	37
3.3.1 Cadena de custodia.....	39
3.3.1.2 Sello de la muestra .....	39
3.3.1.3 Bitácora de campo.....	40
3.3.1.4 Transporte de la muestra al laboratorio.....	40
3.3.1.5 Método de muestreo.....	40
3.3.1.6 Recipientes para las muestras.....	40
3.4 Análisis de la información .....	41
<b>Capítulo 4: Resultados.....</b>	<b>43</b>
4.1 Revisión bibliográfica para la selección del área de ejecución del proyecto y construcción de atrapanieblas .....	43

4.2 Determinación de variables de Cantidad y Calidad de agua aprovechable captada, variables atmosféricas y seguimiento de los sistemas piloto .....	53
4.3 Efectividad de la captación, calidad del agua y almacenamiento del agua horizontal .....	65
<b>Capítulo 5: Conclusiones</b> .....	92
<b>Capítulo 6: Recomendaciones</b> .....	94
Referencias.....	96

## Lista de Tablas

Tabla 1. Calificación de la calidad del agua según el resultado que arroje el ICA .....	33
Tabla 2. Código de colores de acuerdo al resultado del ICOMI.....	35
Tabla 3. Código de colores de acuerdo al resultado del ICOMO .....	36
Tabla 4. Código de colores de acuerdo al resultado del ICOSUS .....	36
Tabla 5. Formato de rótulo de muestras.....	39
Tabla 6. Parámetros físico- químicos y microbiológicos que deberán ser medidos .....	40
Tabla 7. Volúmenes captados por el atrapanieblas- Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, UFPSO .....	54
Tabla 8. Volúmenes captados por el atrapanieblas- Vereda “Llano Alto”, Aguas Claras.....	54
Tabla 9. Volúmenes captados por el atrapanieblas- Finca “La Laguna”, Pueblo Nuevo .....	55
Tabla 10. Resultados de los análisis del agua para el atrapanieblas- Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, UFPSO .....	56
Tabla 11. Resultados de los análisis del agua para el atrapanieblas- Vereda “Llano Alto”, Aguas Claras .....	57
Tabla 12. Resultados de los análisis del agua para el atrapanieblas- Finca “La Laguna”, Pueblo Nuevo.....	58
Tabla 13. Volumen y naturaleza de los recipientes utilizados para recolección de muestras de agua.....	59
Tabla 14. Comparación entre los resultados de los análisis y los resultados de los parámetros tomados por medio de sonda multiparámetrica .....	60
Tabla 15. Promedios mensuales para el monitoreo de variables atmosféricas que inciden sobre el atrapanieblas- Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, UFPSO.....	62

Tabla 16. P romedios mensuales para el monitoreo de variables atmosféricas que inciden sobre el atrapanieblas- Vereda “Llano Alto”, Aguas Claras .....	62
Tabla 17. P romedios mensuales para el monitoreo de variables atmosféricas que inciden sobre el atrapanieblas- Finca “La Laguna”, Pueblo Nuevo.....	63
Tabla 18. Comparación entre el análisis de laboratorio, el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 del 2007- Atrapanieblas Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, UFPSO .....	65
Tabla 19. Comparación entre el análisis de laboratorio, el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 del 2007- Atrapanieblas Vereda “Llano Alto”, Aguas Claras .....	67
Tabla 20. Comparación entre el análisis de laboratorio, el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 del 2007- Atrapanieblas Finca “La Laguna”, Pueblo Nuevo.....	68
Tabla 21. Comparación entre los volúmenes captados por los atrapanieblas y su respectivo tiempo de operación .....	70
Tabla 22. Resultados para el cálculo del Índice de Contaminación por Mineralización- ICOMI en los distintos sistemas piloto .....	71
Tabla 23. Resultados para el cálculo del Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos- ICOSUS en los distintos sistemas piloto .....	74
Tabla 24. Resultados para el cálculo del Índice de Contaminación por Materia Orgánica- ICOMO en los distintos sistemas piloto .....	78
Tabla 25. Resultados para el cálculo del Índice de Calidad del Agua-ICA en los distintos sistemas piloto.....	81
Tabla 26. Análisis de varianza de las variables atmosféricas .....	85
Tabla 27. Variables/Tukey (HSD)/ Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza de 95% .....	86

Tabla 28. Temperatura máxima y mínima en el corregimiento de Pueblo Nuevo y Ocaña .....	87
Tabla 29. Punto de Rocío máximo y mínimo en el corregimiento de Pueblo Nuevo y Ocaña .....	88
Tabla 30. Humedad máxima y mínima en el corregimiento de Pueblo Nuevo y Ocaña .....	89

## Lista de Figuras

Figura 1. Proceso de Ejecución del proyecto.....	31
Figura 2. Atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO.....	46
Figura 3. Atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras .....	47
Figura 4. Atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo.....	48
Figura 5. Medidas de los atrapanieblas.....	49
Figura 6. Salida gráfica- Ubicación atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO .....	50
Figura 7. Salida Gráfica -Ubicación atrapanieblas "Vereda Llano Alto", Aguas Claras.....	51
Figura 8. Salida Gráfica- Ubicación atrapanieblas Finca" La Laguna", Pueblo Nuevo .....	52
Figura 9. Medidas de los tanques de almacenamiento.....	53
Figura 10. Representación gráfica del ICOMI para la muestra 2 del atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO.....	72
Figura 11. Representación gráfica del ICOMI para la muestra 2 del atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras. ....	73
Figura 12. Representación gráfica del ICOMI para la muestra 2 y 3 del atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo. ....	74
Figura 13. Representación gráfica del ICOSUS para la muestra 1 y 2 del atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO. ....	75
Figura 14. Representación gráfica del ICOSUS para la muestra 1 y 2 del atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras. ....	76
Figura 15. Representación gráfica del ICOSUS para la muestra 1,2 y 3 del atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo. ....	77

Figura 16. Representación gráfica del ICOMO para la muestra 2 del atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO .....	79
Figura 17. Representación gráfica del ICOMO para la muestra 2 del atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras .....	79
Figura 18. Representación gráfica del ICOMO para la muestra 2 y 3 del atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo .....	80
Figura 19. Representación gráfica del ICA para la muestra 1 y 2 del atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO .....	82
Figura 20. Representación gráfica del ICA para la muestra 1 y 2 del atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras. ....	83
Figura 21. Representación gráfica del ICA para la muestra 1,2 y 3 del atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo .....	84
Figura 22. Representación Gráfica de las temperaturas en el corregimiento de Pueblo Nuevo y Ocaña. ....	87
Figura 23. Representación gráfica de los Puntos de Rocío en el corregimiento de Pueblo Nuevo y Ocaña. ....	88
Figura 24. Representación gráfica de la Humedad en el corregimiento de Pueblo Nuevo y Ocaña.	89

## **Capítulo 1: Evaluación de un sistema piloto de captación de agua mediante la tecnología de aprovechamiento de la niebla en sectores estratégicos del municipio de Ocaña.**

### **1.1 Planteamiento del problema**

En la actualidad, una de las principales problemáticas que se presenta en el mundo, por no decir la más importante, es la disponibilidad y acceso a fuentes de agua dulce en el planeta tierra, ya que afecta la vida de millones de seres humanos, teniendo presente que es un recurso vital para el hombre. A lo largo de este siglo, el ritmo de utilización y consumo de agua, aumentó dos veces, por encima de la tasa de crecimiento de la población mundial y aunque no podría hablarse de escasez de este recurso a nivel global, el número de regiones con niveles de carencia crónica de agua va en aumento progresivamente.

La escasez de agua en el planeta tierra es un fenómeno que se da no solo de manera natural, sino también impulsado por la acción del ser humano, pero la problemática radica, en que este recurso, no solo se encuentra distribuido de forma irregular, sino también es desperdiciado, contaminado por acciones antrópicas y además de esto, no se gestiona de una manera sostenible.

En el **(Manual sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para Uso Doméstico y Consumo Humano [MSCAAL], s.f)** se menciona que el 70% de la superficie de nuestro planeta tierra es agua y se encuentra principalmente en los océanos, en volumen, solamente el 3% de esta agua es agua dulce de donde solo el 1% de esta agua dulce corresponde principalmente a la encontrada en lagos, lagunas y ríos, de donde puede extraerse sin mayor dificultad y sin un mayor costo.

Colombia, si bien, es considerado como uno de los países que poseen la mayor cantidad de agua en volúmenes de todo el mundo, paralelamente, hay muchos elementos que conspiran hoy en contra de este recurso, como lo es la dinámica de la globalización.

En el **Informe nacional sobre la gestión del agua en Colombia** (Ojeda & Arias, 2000) se menciona que en el país la oferta hídrica con una cifra de 58 lts/seg/km<sup>2</sup> es considerada aceptable siendo seis veces el promedio mundial y tres veces la oferta hídrica de Sudamérica, habría que mencionar también que diversas zonas del territorio Colombiano, ya presentan crisis de escasez de agua, esto se debe en gran medida al aumento de la población y a la concentración de la mayor parte de esta, en la cuenca hidrográfica del caribe, incluida la zona andina. La situación de la zona hidrográfica del caribe no es nada alentadora, ya que los asentamientos humanos que se presentan en esta región contemplan el 70% de la totalidad de la población Colombiana, además de sustentar la mayor actividad económica del país, presentan los mayores niveles de contaminación ambiental y degradación de los recursos naturales.

Según Rubiano (2017) periodista del blog el espectador, afirma que desde el año 1990 cuando Colombia se encontraba en el puesto número cuatro en el ranking ecológico como uno de los países con mayor riqueza hídrica en el mundo, desde entonces, hemos descendido hasta ocupar el puesto número 24, esto gracias a actividades como la deforestación, la minería y sumado a esto el cambio climático, han llevado a que nuestras fuentes hídricas se conviertan en huellas áridas. Y según un informe reciente del (Foro Económico Mundial [WEFORUM]), nuestro país se encuentra posicionado dentro de la lista de países que a mitad de este siglo, es decir, aproximadamente dentro de unos 33 años sufrirán por escasez de agua.

Para el caso particular de Ocaña, ubicada en el departamento Norte de Santander, la presencia de esta problemática lamentablemente sigue el rumbo de las ideas anteriormente mencionadas, ya que, existe la necesidad de brindarle al municipio fuentes alternativas de agua, pues el agua, para cada uno de los usos, ya sean domésticos, industriales, comerciales, de servicios y agrícolas, están siendo obtenidas únicamente de las cuencas Algodonal y Rio Tejo, por ende, la contaminación en estos cuerpos hídricos siendo elevada, refleja la necesidad de reducir la sobrecarga en cuanto a los usos que se le están dando al agua obtenida de estos cuerpos hídricos.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Es viable implementar sistemas de captación artificial de agua horizontal en el municipio de Ocaña, Norte de Santander?

## **1.3 Objetivos**

**1.3.1 Objetivo general.** Evaluar el sistema piloto de captación de agua mediante la tecnología de aprovechamiento de la niebla en sectores estratégicos del municipio de Ocaña.

**1.3.2 Objetivos específicos.** Identificación de los sectores estratégicos con conveniencia técnica para la implementación de sistemas de captación de agua mediante el atrapamiento de niebla.

Determinación de la cantidad y calidad del agua aprovechable mediante la implementación de sistemas piloto.

Establecer los factores de éxito para la implementación del sistema de captación, almacenamiento horizontal en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

## 1.4 Justificación

El agua es un recurso que se encuentra distribuido en todo el planeta tierra y se presenta en sus diferentes estados: sólido, líquido y gaseoso, entre otros.

Para los seres humanos este recurso juega un papel sumamente importante, principalmente, porque los ecosistemas o las fuentes de este recurso nos proveen de sus servicios ecológicos para que nuestro organismo se desarrolle de una manera óptima, de igual forma, contribuye a los componentes de regulación, sostenimiento y cultura, por tanto, el agua no es únicamente importante para los seres humanos sino también para la diversidad de seres vivos presentes en el mundo, haciendo posible nuestra existencia.

A pesar, de que este recurso se encuentre distribuido por todo el planeta Tierra, esta disponibilidad se da de una manera irregular o muy poco accesible, es por ello, que es importante dar una óptima protección a los cuerpos de agua presentes en el mundo, país y municipio donde nos desarrollamos, pero para nadie es un secreto que la disponibilidad de agua dulce presente en el planeta, cada vez será menor y es por esta razón, que nos vemos obligados a buscar una serie de alternativas de obtención de estas aguas por otro medio.

Por ello, nos vemos encaminados en la realización de este proyecto de investigación, con el fin de evaluar el sistema piloto de captación de agua mediante la tecnología de aprovechamiento de la niebla en sectores estratégicos del municipio de Ocaña como alternativa para la obtención de agua y así poder contribuir en la solución de esta problemática.

Los alcances de este proyecto de investigación a corto plazo serán la determinación en cuanto, a la factibilidad de esta alternativa en nuestro municipio Ocaña, Norte de

Santander, Pudiendo convertirse en un alcance a largo plazo, ya que si la respuesta obtenida, es que efectivamente este instrumento es viable de ser implementado en nuestro municipio, como segunda fase será poner en marcha la ejecución de estos atrapanieblas y así, beneficiar a la comunidad Ocañera aportando una nueva alternativa para la obtención de este recurso.

## 1.5 Delimitaciones

**1.5.1 Delimitación operativa** La ejecución de este proyecto, podría verse afectado por las condiciones climáticas y las diversas épocas del año, afectando de manera probable la cantidad de agua recolectada y la incidencia de niebla en la zona, otro factor limitante es el transporte hacia las áreas escogidas para realizar el estudio y así mismo, los recursos económicos disponibles para la construcción del sistema piloto.

**1.5.2 Delimitación Conceptual** Las bases conceptuales tomadas como referencia en este proyecto de investigación principalmente son las encontradas en el “Libro de agua de niebla” y así mismo, se tomarán como fundamentos otros proyectos realizados tanto nacional como internacionalmente que siguen la misma línea de investigación manejada en este proyecto (Cereceda, Hernández & Leiva, 2014).

**1.5.3 Delimitación Geográfica** Este proyecto de investigación se llevará a cabo en la ciudad de Ocaña, ubicada en el departamento Norte de Santander, cuyas coordenadas geográficas son  $8^{\circ} 13' 59''$  Norte y  $73^{\circ} 21' 0''$  Oeste (DB-city, 2018).

**1.5.4 Delimitación temporal** Este Proyecto de Investigación se plantea llevar a cabo durante (6) seis meses, los cuales, comenzarán a partir de la aprobación de la propuesta de investigación.

## Capítulo 2: Marco Referencial

### 2.1 Marco Histórico

La proporción de agua a nivel mundial se puede enmarcar en dos grandes categorías, el agua salada y la propiamente dicha agua dulce. Sin embargo, la disponibilidad del recurso no está sujeta al factor “densidad poblacional” entendido como la cantidad de habitantes en un área determinada, no obstante, esta capacidad de abastecerse del recurso está determinada en gran medida por la posición o ubicación geográfica de dicha población, la distribución del agua en los continentes tiene una marcada disparidad, por lo cual, los asentamientos humanos a través de la historia se han desarrollado y estabilizado socialmente en proximidad a cuencas hidrográficas, en este orden de ideas, la escasez de agua puede ser motivo causal de conflictos bien sea a nivel mundial, nacional y local, de hecho, ya se tienen evidencias y declaraciones de líderes mundiales asegurando que el acceso al agua dulce será motor de disputas en el mundo, a lo largo de la historia, antiguas civilizaciones poderosas han tenido destinos adversos pues su gestión en el ámbito del recurso hídrico no fue la más indicada llevándolas a la ruina (Rodríguez, 2007).

Según el Informe sobre Desarrollo Humano 2006 de las Naciones Unidas (como se citó en Rodríguez, 2007), establece que: “La escasez de agua puede ser física, económica, o institucional y, como el agua misma, puede fluctuar en el tiempo y en el espacio”.

A continuación se mencionarán las distintas acciones que se han realizado a lo largo de la historia por parte de las autoridades máximas y de líderes mundiales para abordar las posibles soluciones con respecto al agua y a las adversidades que se generan a partir de la escasez del recurso hídrico.

**2.1.1 Decenios internacionales de agua de las naciones unidas** Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, Mar del Plata y el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental, 1981-1990.

Es hasta ahora la única conferencia de las naciones unidas con enfoque en el agua, su objetivo principal radicó en concientizar tanto a nivel nacional como internacional sobre los problemas relacionados con el agua, con la finalidad de prevenir futuras crisis de dimensiones globales específicamente con énfasis en los problemas y las posibles alternativas que existían para que la población mundial tuviera un abastecimiento óptimo de agua con calidad “buena” y servicios de saneamiento que suplieran las necesidades de una población en crecimiento (Tortajada, s.f.).

**2.1.2 Decenio internacional para la acción “El agua, fuente de vida” (2005-2015)**

La Asamblea General de las naciones unidas creó dicho decenio con el fin de promover las actividades, programas y en sí todos los proyectos necesarios para dar cumplimiento a los compromisos adquiridos por la Agenda 21 Local para la gestión, planificación y desarrollo de todos los aspectos que en materia de agua se han planteado durante los últimos 15 años.

Entre los compromisos que adquirió la Agenda 21 Local que se incluyen dentro de la Declaración del Milenio están; reducir a la mitad la proporción de personas que viven sin acceso al agua potable, y los incluidos en el Plan de aplicación de Johannesburgo están; proporcionar servicios de saneamiento a la mitad de la población mundial, detener la explotación del recurso agua por parte de todos los países y elaborar planes integrados de ordenación y aprovechamiento eficiente del agua (Tortajada, s.f.).

### **2.1.3 Carta europea del agua (1968)**

La carta consta de una serie de ítems o principios establecidos en 12 artículos para la correcta gestión del recurso agua (Tortajada, s.f.).

**2.1.4 Decenio internacional del agua potable y del saneamiento ambiental, 1981-1990 (1980)** Proclama que los estados miembros asumirían el compromiso de lograr una mejora en las normas y en los niveles de servicios de suministro de agua potable y saneamiento básico haciendo una proyección para el año 1990.

Aquellos gobiernos que no han realizado lo mencionado en la parte anterior, deberán desarrollar políticas y establecer objetivos pertinentes a los objetivos, adoptando medidas para su aplicación y estableciendo prioridades para cada actividad junto con los recursos necesarios para lograr los objetivos del decenio.

Incita a los gobierno a fortalecer su marco institucional, utilizando personal calificado y técnico; y en general, promover el apoyo a programas de educación y participación pública, promoviendo el conocimiento y la investigación (Tortajada, s.f.).

**2.1.5 Declaración de Dublín (1992)** El Informe de la Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente presenta algunas recomendaciones para que se adopten medidas de tipo internacional, nacional y local, teniendo en cuenta cuatro principios, dentro de los cuales encontramos, el principio número uno, que establece que “El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente”, el principio número dos indicando que “El aprovechamiento y la gestión del agua debe planificadores y

los responsables de las decisiones a todos los niveles”, el tercer principio que menciona que “La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua” y finalmente el cuarto principio que establece que ” El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico” (Tortajada, s.f.).

**2.1.6 Declaración de Bonn (2001)** La reunión de ministros en el periodo de sesiones ministerial de la Conferencia Internacional sobre el Agua Dulce, cuyas responsabilidades se definen en aspectos relativos al agua, el medio ambiente y el desarrollo de 46 países del globo; se reunieron con el fin, de monitorear los adelantos en la aplicación del programa 21 examinando medidas para potenciar la seguridad del abastecimiento de agua y la sostenibilidad de los recursos hídricos (Tortajada, s.f.).

**2.1.7 Decenio internacional para la acción, “el agua, fuente de vida”, 2005-2015 (2003)** Este último, retoma lo expuesto en la serie de aportes encaminados a la gestión, planificación y desarrollo del agua mencionados anteriormente, decidiendo objetivos más específicos en cuanto, a la ejecución de programas y proyectos alusivos al agua, asegurando la participación e intervención de la mujer y con esto ayudar, a realizar los objetivos convenidos internacionalmente que se establecen en: el Programa 21, La Declaración del Milenio y el Plan de Aplicación de Johannesburgo; dichos objetivos fueron establecidos durante los periodos de sesiones 12º y 13º de la Comisión de Desarrollo Sostenible (Tortajada, s.f.).

La historia de la cosecha de agua de niebla inicia en la isla de Hierro del archipiélago de las Islas Canarias España, en donde una población indígena, cuentan los cronistas, era

abastecida del recurso hídrico por un árbol sagrado que captaba la niebla, llamado “El Garoé”, en el siglo XVI. Esta técnica todavía se usaba en 1990 en la Península Arábiga, con dos Olivos que entregaron durante el monzón de ese año, 1000 litros de agua diarios (Frigerio, 1990) como se citó en (Cereceda et al., 2014).

En el siglo XX, Marloth cuantificó el agua que se podía captar en Sudáfrica, quien fue autor de uno de los primeros artículos publicados sobre el tema. En la Isla de Lanal se sembraron especies de árboles para captar niebla, con el fin de almacenarla y distribuirla a acuíferos. A mitad del siglo XX, el profesor Carlos Espinosa medía la niebla en las montañas de la ciudad, desde entonces, se dedica a estas investigaciones construyendo instrumentos para atrapar el agua (Cereceda et al., 2014).

## **2.2 Marco contextual**

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en el municipio de Ocaña, ubicado en el departamento de Norte de Santander, el cual, tiene las siguientes coordenadas geográficas: 8° 13' 59" Norte, 73° 21' 0" Oeste, a unos 1183 m.s.n.m. en promedio. Se realizará la captura de aguas atmosféricas por condensación en tres sitios puntuales que serán elegidos a partir de la revisión bibliográfica, con el fin de obtener los sitios más aptos para instalar los sistemas de interceptación, propiciando una posible opción trascendente para abastecimientos descentralizados, tanto individuales como de pequeños asentamientos de población. A las cantidades de agua captada se le realizarán los respectivos análisis para determinar que usos se le darán a esta, aplicando los términos de la normatividad vigente que aplica a esta investigación.

## 2.3 Marco conceptual

La niebla o neblina es un fenómeno geofísico y geográfico que se da en casi todos los ámbitos del mundo. En el territorio nacional, la niebla es frecuente en la costa y altas montañas andinas. Se define como una masa de aire compuesta por minúsculas gotas de agua (1 a 40 micrones), las que por ser tan livianas no caen, sino que se mantienen suspendidas a merced del viento si se encuentran en la superficie de los continentes o de los océanos, mientras que si están en la atmósfera se denominan nubes (Cereceda et al., 2014).

Hay numerosos tipos de niebla, pero aquí sólo se analizan aquellas que son un recurso hidrológico ya probado (Cereceda et al., 2014).

Quintanilla, Morales, Aravena y Villarroel (2009) clasifican así las nieblas.

**2.3.1 Nieblas por evaporación:** La niebla es producto de la evaporación del agua en el aire frío, por tal razón existen dos maneras en las que este fenómeno puede ocurrir: Cuando la corriente de aire frío y relativamente seco fluye o permanece en reposo sobre una superficie de agua de mayor temperatura. Este fenómeno es característico en zonas como los polos y en lagos o lagunas que se encuentran en temporada de invierno y cuando llueve, si el agua que cae tiene mayor temperatura que el aire del entorno, las gotas de agua se evaporan y el aire tiende a saturarse. Estas nieblas son espesas y persistentes.

**2.3.2 Niebla de advección:** Se genera cuando la corriente de aire cálido y húmedo se desplaza sobre una superficie de menor temperatura. Por tanto, el aire se enfría desde abajo, su humedad relativa aumenta y el vapor de agua se condensa formando la niebla. Para que este tipo de niebla se forme es necesario que el viento sople con intensidad entre 8 y 24 km/h

*para que se pueda mantener constante el flujo de aire cálido y húmedo. De no ser así, la niebla se desprende del suelo, generándose una nube baja llamada estrato turbulento. Si el aire, por el contrario, está muy lento, el vapor de agua se depositará sobre el suelo formando rocío. Este tipo de niebla es frecuente en zonas costeras, especialmente en invierno, cuando el aire relativamente más cálido y húmedos procede del mar y fluye hacia tierras más frías. En verano, se produce de forma inversa, es decir, sobre el mar, cuando el aire cálido de la tierra se desplaza sobre el agua del mar, relativamente más fría.*

**2.3.3 Niebla de Radiación:** Ocurre cuando el suelo pierde calor a través de la emisión de radiación infrarroja, por lo que el suelo enfriado produce condensación en el aire próximo a éste, mediante conducción de calor. Niebla de corta duración y poca altura.

**2.3.4 Nieblas por enfriamiento:** Se generan mediante la disminución que experimenta la capacidad del aire para retener vapor de agua cuando disminuye la temperatura. Existe una relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene un volumen de aire y la que contendría si estuviese saturado, esta relación se ha definido como humedad relativa. La humedad relativa será del 100% cuando el aire se haya saturado, esto es, cuando para una temperatura dada no puede admitir más vapor de agua sin condensar.

**2.3.5 Niebla orográfica:** Se generan dentro de las corrientes de aire que ascienden sobre las laderas montañosas o elevaciones del terreno. Esto se debe a que cuando el aire asciende, se expande y se enfría. Este enfriamiento, lleva aparejado un aumento de la humedad relativa pudiendo alcanzarse la saturación. Es condición que la humedad relativa inicial sea elevada y que el viento sea persistente y no muy intenso.

**2.3.6 Niebla de precipitación:** Se produce cuando llueve y el aire bajo la nube se haya relativamente con baja humedad o seco. Esto hace que las gotas de lluvia se evaporen y formen vapor de agua, que se enfría, y al alcanzar el punto de condensación se convierte en niebla.

**2.3.7 Niebla de ladera:** Se forma cuando el viento sopla contra la ladera de una montaña u otra formación geológica análoga. Al ascender en la atmósfera, la humedad se condensa. Generalmente terminan posándose en las cumbres de los relieves.

**2.3.8 Niebla de valle:** Se forma en los valles, usualmente durante el invierno. Es resultado de la inversión de temperatura, causada por aire frío que se asienta en el valle, mientras que el aire caliente pasa por encima de éste y de las montañas, Se trata básicamente de niebla de radiación confinada por un accidente orográfico, y puede durar varios días, si el clima está calmado.

**2.3.9 Niebla de Hielo:** Es cualquier tipo de niebla en la cual las gotas de agua se hallan congeladas en forma de cristales de hielo minúsculos. Usualmente, esto requiere de temperaturas bastante por debajo del punto de congelamiento, lo cual hace que sean comunes a regiones árticas y antárticas. En ocasiones, pequeñas cantidades de estos cristales se precipitan a tierra.

La niebla se encuentra condicionada por varios factores, los cuales dirigen su dirección, humedad, permanencia y desarrollo como se menciona en (Quintanilla et al., 2009).

**2.3.10 El viento:** El viento es aire en movimiento, es el factor que determina la dirección y velocidad de la niebla, el cual, está directamente definido por las temperaturas que este adopta, por medio de los rayos infrarrojos de calor reflejados por la superficie terrestre y acuática. El viento se produce específicamente por las diferencias de temperatura en el aire, y por tanto de densidad, entre dos regiones de la tierra.

**2.3.11 Temperatura:** La variación en las temperaturas se da principalmente por los movimientos de rotación y traslación terrestre, que va posicionando las superficies (terrestres y oceánicas) para la adsorción de la radiación solar, calentando (mediante reflexión) las masas de aire, generando cambios de temperatura y presión, originándose los vientos.

**2.3.12 Relieve:** El relieve no incide de manera directamente en la formación de la Niebla, sino más bien en su dirección y desarrollo, ya que, mediante los relieves montañosos, depresiones, océanos etc. genera los corredores por donde las masas de aire se desplazarán. El relieve terrestre a mayor altitud, tienen más capacidad de interceptar la nube; junto con eso a mayor altitud, se producen menores temperaturas, por lo que se crea mayor condensación en la masa cálida, generando mayor humedad perceptible en la niebla.

**2.3.13 Capacidad hídrica de la niebla:** La niebla contiene partículas muy pequeñas de agua, las cuales, pueden ser utilizadas como un recurso hídrico que deben ser recolectadas, mediante una instalación. La captación de agua de la niebla puede llegar a ser 3 veces superior a lo que se lograría captar con la lluvia, en donde el tiempo óptimo para captar el agua es en horas nocturnas y en los sectores cumbre. La calidad del agua es calificada como recurso hídrico complementario, apropiado para actividades tales como la reforestación, sequias, asentamientos, refugios, obras rurales, ganadería de montaña, agricultura, aseo etc.

Salgado (s.f) menciona que los *Atrapanieblas* son estructuras diseñadas para que al pasar niebla o masas nubosas por ellas, atrapen gotas de agua en las mallas que las componen. La falta de agua superficial, subterránea y la carencia de lluvias, en diversos sitios habitables de nuestro planeta, ha llevado a la fabricación de estos sistemas para disponer de agua para el consumo humano y diversas actividades como la agricultura y la pecuaria. El atrapar agua de la niebla con diversos instrumentos se basa en la existencia de la lluvia horizontal, que se produce cuando hay suficiente humedad en la atmósfera que al chocar con una cadena montañosa, incluso árboles que la interceptan, se acumulan gotas que después precipitan al suelo. Es común que las hojas de los árboles presenten mayor humedad aún sin presentarse eventos de precipitación cuando ocurre la lluvia horizontal.

Los atrapanieblas son estructuras que cuando hay condiciones de lluvia horizontal, atrapan diminutas gotas de agua, las cuales no tienen el tamaño suficiente para precipitarse (de 1-40  $\mu\text{m}$ ). Realmente son instalaciones de obstáculos, generalmente una malla, una superficie que soporta el viento y permite la condensación de las gotas. Estas por gravedad descienden sobre la superficie de la malla hasta un canal que las direcciona al sitio de almacenamiento. El rendimiento del sistema depende de muchas variables, principalmente están las ambientales y el diseño del atrapanieblas. La humedad del aire, el punto de rocío, la velocidad y dirección del viento, entre otros, son factores para un óptimo funcionamiento de los atrapanieblas. En promedio pueden captar de 3 a 5 L/día/m<sup>2</sup>, aunque se reportan rendimientos de hasta 30 L/día/m<sup>2</sup>, dependiendo del lugar, la estructura y las condiciones ambientales (Salgado, s.f.).

## **2.4 Marco teórico**

Nuestra investigación se llevará a cabo con base en los siguientes aportes.

**“Criterios metodológicos para la definición de sistemas de captación de aguas con base en lluvia horizontal”** realizado por Castañeda y Mendoza (2014), En donde se identifican una serie de referencias bibliográficas tanto nacionales como internacionales sobre métodos de captación de agua lluvia horizontal para analizar la posibilidad de obtención de agua a partir de niebla, neblina, rocío o lluvia horizontal en el altiplano cundiboyacense.

**“Captación de agua de niebla para reforestación en Perú y Bolivia”** ejecutado por Zabalteka y Ner group (2013) los cuales, profundizaron en el conocimiento sobre la manera de captar lluvia horizontal y en el desarrollo y utilización de sistemas de captación. Que permitan recolectar agua en lugares de escasez, además, de favorecer la recuperación ambiental en zonas degradadas a través de la plantación de especies forestales nativas.

**“Diseño generativo aplicación en sistemas de atrapanieblas en el norte de Chile”** Llevado a cabo por Quintanilla, Morales, Nieto y Silva (2009), donde basan su desarrollo en la aplicación de métodos de diseño generativo en sistemas captadores de humedad (Atrapanieblas), lo que permite generar soluciones matrices, a partir del establecimiento de parámetros y variables que permitan proyectar la distribución necesaria para el área específica de implementación.

**“Los atrapanieblas del santuario del padre hurtado y sus proyecciones en el combate a la desertificación”** realizado por Osses, Schemenauer, Cereceda, Larrain y Correa (1999), donde se construyó un sistema de captación de lluvia horizontal para dotar de agua potable el Santuario del Padre Hurtado. Su sistema cuenta con 10 Atrapanieblas y 400 m<sup>2</sup> de superficie de malla produciendo así, 2000 L de agua al día en promedio. Utilizando este volumen de agua para actividades como riego de jardines, baño, uso doméstico y

quedando aún un excedente de agua que podría utilizarse como granja modelo, cultivo en invernaderos y bebederos para ganado.

**“Atrapanieblas tecnología para el atrapamiento de agua, una experiencia exitosa para las políticas públicas en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima 2018”**

investigación realizada por Sánchez (2018) cuyo objetivo fue la descripción de impactos en diferentes componentes como son el social, económico, ambiental y político, generados por el atrapanieblas para la captación de agua mediante el sostenimiento de políticas públicas en Villa María del Triunfo.

**“Estudio de prefactibilidad para la posible implementación de atrapanieblas en el municipio de Ráquira”** realizado por Huertas y Molina (2016), quienes en su trabajo de grado realizaron un análisis de viabilidad para implementar una tecnología alternativa de captación de agua a partir de la niebla (atrapanieblas) en el municipio de Ráquira, evaluando factores económicos, técnicos, ambientales y sociales.

Con respecto a la dimensión regional y local no se encuentra información registrada sobre el tema en cuanto a implementación de sistemas de captación de agua horizontal en el departamento Norte de Santander ni en el municipio de Ocaña.

## 2.4.1 Proyectos actuales

**2.4.1.1 Guatemala- Tojquia (2006)** Melissa Rosato y Fernanda Rojas, realizaron un trabajo en Tojquia, el cual, arrojó grandes éxitos, ya que, fueron construidos dos grandes colectores para familias, además, de esto, se compraron materiales que serían utilizados para hasta ocho colectores de niebla que serían construidos en los próximos meses y finalmente hicieron mantenimiento en algunos colectores ya existentes. Demostraron que esta alternativa es un medio viable y efectivo para proporcionar agua potable y que cada vez más, crece el número de familias a las que les gustaría que se instalara uno de estos colectores en su propiedad, se estima que la producción actual de agua de niebla diaria es de unos 6000 L. (FogQuest, 2006).

**2.4.1.2 Etiopía (2010)** El monasterio de Zuquala, ubicado en el borde de un volcán extinto al sur de Addis Abeba, cuenta con 700 monjes y monjas viviendo en el, así como también, muchos granjeros que residen cerca de este. Implementó un proyecto que proporcionó agua de niebla al monasterio, contaron con un principal patrocinador, pero antes, debían demostrar que en dicha zona se contaba con una cantidad suficiente de agua nebulizada, para ello, construyeron una serie de pequeños colectores utilizados en el proceso de evaluación. ((FogQuest, 2010).

**2.4.1.3 Chile Atacama (2007)** Se cuenta con dos colectores de niebla, ubicados en el centro del desierto de Atacama al norte de Chile, ambos fueron construidos por miembros de FogQuest, El primero, proporciona agua a la estación en donde trabajan profesores y estudiantes, y el segundo, fue construido en el 2008 como parte de un proyecto de educación ambiental. Este proyecto es revisado continuamente y cuando se evidencian necesidades de agua mayores, se anticipa que serán construidos colectores de niebla adicionales que suplirán esta necesidad. (FogQuest, 2007).

**2.4.1.4 Chile Falda Verde (2001)** Este proyecto ha proporcionado agua durante nueve años y actualmente, continúa suministrando agua para un cultivo de Aloe vera que se comercializa para la población de Falda Verde, los colectores de niebla fueron sometidos a mantenimientos en el mes de Agosto de dicho año. Este proyecto se encuentra bajo la dirección y control de la comunidad y todas las decisiones sobre su futuro recaen sobre ellos mismos. (FogQuest, 2001).

**2.4.1.5 Nepal (2001)** El proyecto denominado Water from Fog Project (NWFP), fue iniciado en 1997, como iniciativa de Kevin Kowalchuk, Kevin se puso en contacto con su colega Robert Schemenauer discutiendo cómo un proyecto de agua que utiliza colectores podría implementarse para ayudar a la población ubicada en la montaña de Nepal.

Posteriormente, Pablo Osses, fue quien transfirió la tecnología relacionada con la selección de sitios y la construcción de colectores de niebla en Nepal. (FogQuest, 2001).

**2.4.1.5 Eritrea (2005)** Se construyeron diez grandes colectores de niebla para Nefasit y Arborobu, estos fueron instalados con éxito y produjeron grandes cantidades de agua de niebla. (FogQuest, 2005).

**2.4.1.6 Morocco (2006)** En 2006, se realizó una evaluación para determinar la tasa de recolección de niebla en dos lugares de Marruecos, este proyecto se encuentra bajo la dirección del Señor Aissa Derhem, el proyecto cuenta con dos estaciones meteorológicas instaladas, una en Sidi ifni y la otra en Boutmezquida, encontrada en la cumbre de una región montañosa a 1225 msnm al sureste de Sidi Ifni y a 30 km hacia el interior. El sitio presenta una gran importancia biológica gracias a la diversidad de especies y Boutmezquida es clasificada como una importante zona botánica. (FogQuest, 2006).

## **2.4.2 Proyectos pendientes**

**2.4.2.1 Israel (2002-2010)** Se llevó a cabo, junto con la investigación sobre el rocío realizada por el profesor Berkowicz miembro de la organización. Se instalarán algunos colectores de niebla estándares con una ubicación seleccionada. (FogQuest, 2010).

**2.4.2.2 Chile- Chanavaya (2010)** Pueblo pesquero, no lejos de Iquique, en el árido desierto de Atacama, al norte de Chile. Es un proyecto de menor escala, para 15 pescadores junto con sus familias, con el fin de aumentar sus suministros de agua para cultivos, se realizará una evaluación de las tasas de producción de agua de niebla por encima del pueblo, utilizando colectores estándares. Si la producción de agua de niebla es buena, se discutirá con la comunidad cómo podrían desarrollar un proyecto operativo, su principal obstáculo radica en el costo de la construcción, dificultando su implementación. (FogQuest, 2010).

### **2.4.3 Proyectos pasados**

**2.4.3.1 Chile Cerro Talinay (2004-2005)** El Cerro Talinay se considera como una excelente ubicación, con respecto, a la producción de agua de niebla y cuenta con el área adecuada para la construcción de grandes colectores de niebla. Este proyecto, concluyó en el año 2005, pero si se hace necesario volver a obtener el recurso, ya sea por requerimiento de pobladores o entes privados, podría volver a implementarse fácilmente. (FogQuest, 2005).

**2.4.3.2 Chile Padre Hurtado (1999-2004)** Este es un ejemplo de un proyecto de captación de niebla que cumplió a cabalidad una necesidad social durante cinco años. Fue concluido debido a que la iglesia ya no trabajaría ni operaría el santuario, sin embargo, la producción potencial de agua de niebla se mantiene para posibles usos futuros. (FogQuest, 2004).

**2.4.3.3 República Dominicana (1999-2001)** En 2009, Melissa Rosato, realizó una breve visita donde pudo evidenciar que la necesidad de agua en las comunidades más aisladas sigue estando presente, se prevé que en un futuro, una ONG local presente una propuesta para un proyecto en esta aldea, ya que las montañas de la parte occidental de la República Dominicana presentan una gran viabilidad para proyectos de captación de niebla. (FogQuest, 2001).

**2.4.3.4 Ecuador (1992-1993)** En la década de los 90, se realizaron importantes proyectos operacionales de recolección de niebla en Pachamama Grande y en Mitad del Mundo, recientemente no se han emprendido nuevos proyectos de captación de niebla en Ecuador, pero se prevé que en un futuro una ONG presente alguna propuesta para la implementación de proyectos. (FogQuest, 1993).

**2.4.3.5 Guatemala Lago Atitlán (2003-2005)** El trabajo realizado por la organización Fogquest alrededor del lago de Atitlán se detuvo, no por la falta de agua de niebla sino por causas externas que hicieron inseguro que los voluntarios de dicha organización continuaran allí, sin embargo, la recolección de agua de niebla sigue siendo un tipo de suministro viable para las comunidades de la región, no obstante, primero se deben abordar los problemas sociales relacionados con la seguridad y encontrar una motivada comunidad que necesite agua. (FogQuest, 2005).

**2.4.3.6 Haití Salagnac Plateau (2001-2002)** Este proyecto tuvo un enorme potencial, pero se vio forzado a detenerse debido a disturbios civiles y grandes preocupaciones por la seguridad de los miembros de la organización, sin embargo, con la evaluación realizada en el estudio se dictan las bases para la realización de un proyecto de recolección de agua de niebla que podría iniciarse cuando las condiciones sociales lo permitan. (FogQuest, 2002).

**2.4.3.7 Namibia (1996-2001)** Los proyectos de recolección de niebla en Namibia no han contado con fondos de patrocinio para ser construidos e implementados, tiene altas probabilidades de ser implementado si se cuenta con dichos fondos. (FogQuest, 2001).

**2.4.3.8 Sultanato de Omán (1989-1990)** Parte de este trabajo, utiliza material de malla problemática, sin embargo, en los últimos años se han realizado grandes esfuerzos para explorar el uso del recurso de agua de niebla en dicho lugar, ya que en la parte sur de Omán, el recurso hídrico cuenta con grandes beneficios potenciales. (FogQuest, 1990).

## 2.5 Marco legal

Entre la variedad en cuanto a normatividad vigente y actual que se aplica al recurso hídrico en el país y de acuerdo específicamente a actividades de recolección alternativas del recurso tenemos:

**Constitución política de Colombia (1991) - Artículo 8:** Es obligación del estado y de las personas proteger las riquezas naturales y culturales de la nación.

**Artículo 79:** Toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente sano. Es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica.

**Artículo 80:** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

**Artículo 268:** El Contralor General de la República tendrá las siguientes atribuciones:

7. Presentar al Congreso de la República un informe anual sobre el estado de los recursos naturales y del ambiente.

**Artículo 313:** Corresponde a los concejos: ...

9. Dictar las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del municipio.

**Artículo 334:** La dirección general de la economía estará a cargo del Estado. Este intervendrá, por mandato de la ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano.

**Ley 2 de 1959:** Sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables (Ley 2, 1959).

**2.5.3 Ley 99 de 1993:** Ley General Ambiental de Colombia, Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones( Ley 99, 1993).

**Artículos 10-11-24-29:** Prevención y control de contaminación de las aguas/ Tasas retributivas.

**Ley 9 de 1979:** Código Sanitario Nacional (Ley 9, 1979).

**Artículos 51 a 54:** Control y prevención de las aguas para consumo humano.

**Artículo 55:** Aguas superficiales.

**Artículos 69 a 79:** Potabilización del agua.

**Ley 373 de 1997:** Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua (Ley 373, 1997).

**Ley 23 de 1973:** Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones, Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo ( Ley 23, 1973).

**Decreto 2811 de 1974 (Libro II Parte III):** Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto 2811, 1974).

*Artículos 77 a 78:* Clasificación de aguas.

*Artículos 80 a 85:* Dominio de las aguas y cauces.

*Artículos. 86 a 89:* Derecho a uso del agua.

*Artículos 134 a 138:* Prevención y control de contaminación.

*Artículo 149:* Aguas subterráneas.

*Artículo 155:* Administración de aguas y cauces.

**Decreto 2105 de 1983:** Por el cual se reglamenta parcialmente el Título II de la Ley 09 de 1979 en cuanto a Potabilización del Agua (Decreto 2105, 1983).

**Decreto 1449 de 1977:** Disposiciones sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuática (Decreto 1449, 1977).

**Decreto 1594 de 1984:** Normas de vertimientos de residuos líquidos, 1984 el cual hace referencia a los usos del agua y residuos líquidos permitiendo dar una visión de su posible aprovechamiento y caracterización (Decreto 1594, 1984).

*Artículos 22-23:* Ordenamiento del recurso agua.

*Artículo 29:* Usos del agua.

*Artículos 37 a 50:* Criterios de calidad de agua.

*Artículos 60 a 71:* Vertimiento de residuos líquidos.

*Artículos 72 a 97:* Normas de vertimientos.

*Artículo 142:* Tasas retributivas.

*Artículo 155:* Procedimiento para toma y análisis de muestras.

**Decreto 3930 del 2010:** Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI del decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones (Decreto 3930, 2010).

**Decreto 1700 de 1989:** Por el cual se crea la Comisión Nacional de Agua Potable y Saneamiento Básico (Decreto 1700, 1989).

**Decreto 3200 de 2008:** Por el cual se dictan normas sobre Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento y se dictan otras disposiciones (Decreto 3200, 2008).

**Decreto 475 de 1998:** Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable (Decreto 475,1998).

**Resolución 1303 de 2008:** Por la cual se adopta un método para análisis microbiológico de aguas para consumo humano validado por el Instituto Nacional de Salud (Resolución 1303, 2008).

**Resolución 2115 del 2007:** Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano (Resolución 2115, 2007).

**Resolución 955 del 2012:** Por la cual se adopta el Formato con su respectivo instructivo para el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico (Resolución 955, 2012).

**Resolución 493 del 2010:** Por el cual se adoptan medidas para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desincentivar su consumo excesivo (Resolución 493, 2010).

**Resolución 0941 de 2009:** Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables – SIUR, y se adopta el Registro Único Ambiental – RUA (Resolución 0941, 2009).

**Resolución 240 de 2004:** Por la cual se definen las bases para el cálculo de la depreciación y se establece la tarifa mínima de la tasa por utilización de aguas (Resolución 240, 2004).

**Resolución 2320 de 2009:** Por la cual se modifica parcialmente la Resolución No. 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS-(Resolución 2320, 2009).

**Norma Técnica Colombia NTC-ISO 5667-3:** Calidad del Agua. Muestreo. Parte 3: Directrices para la preservación y manejo de las muestras (NTC-ISO 5667-3, 2004).

## Capítulo 3: Diseño Metodológico

### 3.1 Tipo de investigación

El proyecto de investigación, se basa en una investigación aplicada, tomando como bases teóricas el trabajo realizado por el Dr. Robert Schemenauer y Pilar Cereceda pioneros y máximos exponentes en el tema sobre los sistemas artificiales de capacitación de agua horizontal.

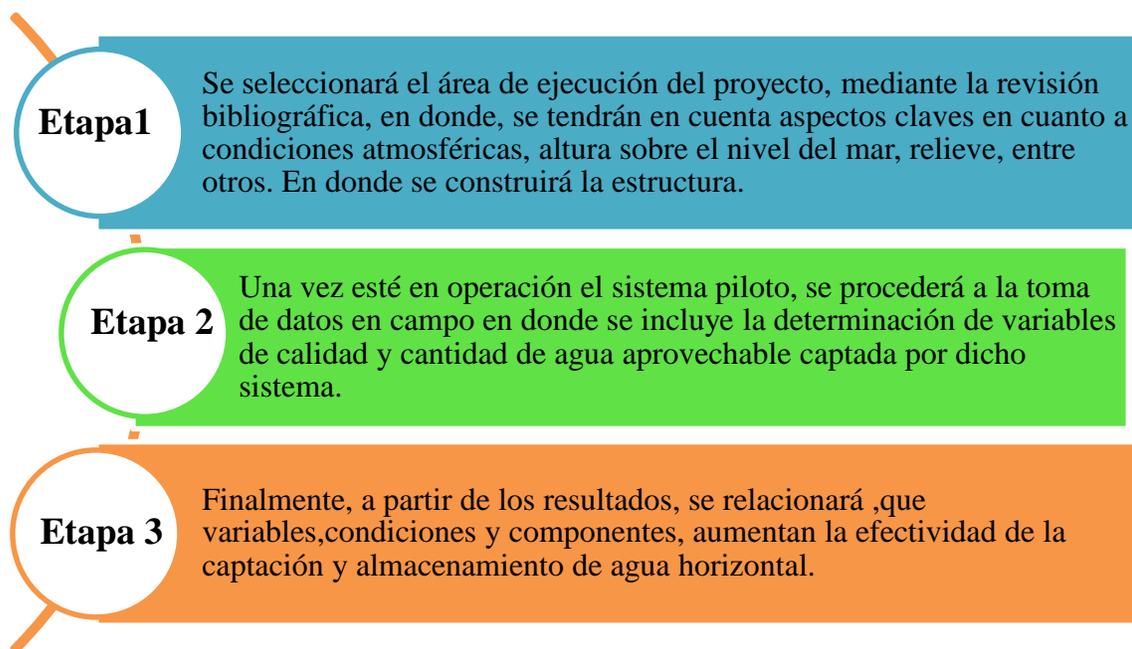
El enfoque metodológico que orienta la investigación es de tipo mixto ya que, se realizará la combinación tanto del enfoque cuantitativo como del cualitativo, debido a que se tendrán en cuenta, características de las zonas en donde se han logrado alcanzar los objetivos propuestos y de esta manera, se seleccionará el área más indicada para realizar nuestro trabajo, así mismo, se cuantificará el volumen de agua captado por el sistema, seguidamente, se llevará a cabo la medición de parámetros físico-químicos y microbiológicos para realizar la debida comparación con lo estipulado en el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 del año 2007, estos resultados, también serán comparados con lo establecido en el RAS 2000 para determinar la calidad de la fuente hídrica. De igual manera, a partir de los resultados de estos análisis, se calcularán los Índices de Contaminación que incluye el Índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI), Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS), el índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) y por último se calculará el Índice de Calidad del Agua (ICA), finalmente, se determinará qué cualidades hacen óptima la implementación de este sistema en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

En este sentido, nuestro proyecto de investigación presenta alcances de tipo descriptivo, explicativo y correlacional, puesto que, se especificará a detalle la operatividad

del sistema, las condiciones atmosféricas y físicas del área de estudio y la recolección de datos en campo, basándonos principalmente en el conocimiento plasmado en las investigaciones ejecutadas por el Dr. Robert Schemenauer y Pilar Cereceda, por otro lado, se buscará la relación que existe entre variables para concluir, cuales presentan un comportamiento directa e inversamente proporcional.

El diseño del proyecto de investigación es de tipo no experimental, ya que no habrá manipulación alguna de las variables en estudio, como lo son el clima, la humedad, la topografía, entre otras. Por el contrario, solo se realizará un registro de datos y descripción de fenómenos observados en su medio natural.

A continuación se describirá el proceso para la ejecución de la investigación (Ver Figura 1).



**Figura 1.** Proceso de Ejecución del proyecto. Fuente: (Autores, 2019).

Como primera fase, se identificarán los lugares para la instalación de los atrapanieblas, esto se realizará a partir de una revisión bibliográfica de los distintos trabajos e investigaciones realizados en torno al tema, considerando como fuente de información principal el “ Libro de Agua de Niebla”, adicionalmente, se hará un estudio de terreno y se solicitará información meteorológica al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), con el fin de cruzar los valores suministrados de las variables de interés, esto para determinar de manera más exacta, las áreas óptimas donde se construirán los sistemas pilotos. Por consiguiente, la construcción de los atrapanieblas requiere de la selección de materiales y la determinación de las dimensiones en la estructura, información que se obtendrá a partir de la revisión de la literatura anteriormente mencionada.

Como segunda fase, una vez construida la estructura, instalados los instrumentos de medición e iniciada la operación de los sistemas pilotos, se llevará a cabo, la medición del volumen de agua captada por medio de la utilización de un regla como instrumento principal para medir el nivel del agua en el tanque de almacenamiento y finalmente sustituir dicho valor en la fórmula matemática para hallar el volumen de un cilindro, así mismo, se tomarán muestras de dicha agua para ser sometidas a análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos realizados en las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, a partir de los resultados de los análisis, estos serán comparados con los valores máximos límites permisibles establecidos en el Decreto 1594 de 1984 Y la Resolución 2115 de 2007 , estos resultados de los análisis de laboratorio serán comparados con el RAS 2000 para determinar la calidad del agua y Así mismo, se utilizarán para el cálculo y el análisis de los Índices de Contaminación que incluye el Índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI), Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS), el

Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) y el Índice de Calidad del Agua (ICA) por medio del Software ICATest V 1.0 , este análisis se realizará teniendo en cuenta lo siguiente, según (Universidad de Pamplona, s.f.):

**Cálculo del Índice de Calidad de la fuente hídrica (ICA):**

$$ICA = \sum_{i=1}^n W_i * I$$

Dónde:

I= Cada uno de los cinco parámetros que requiere el cálculo del ICA

I= Subíndices correspondientes a cada variable

W= Peso asignado a cada variable

El valor obtenido del índice de calidad del agua, ICA, se clasificará de acuerdo a:

**Tabla 1**

*Calificación de la calidad del agua según el resultado que arroje el ICA*

<b>Escala de color de contacto primario</b>		
<b>Excelente</b>	75.1 – 100	Verde
<b>Buena</b>	50.1 – 75	Amarillo
<b>Regular</b>	25.1 - 50	Naranja
<b>Mala</b>	0.25	Rojo
<b>Escala de color contacto secundario</b>		
<b>Excelente</b>	4.1- 100	Verde
<b>Mala</b>	0 – 4	Rojo

Fuente: Tomado de ICATest V 1.0

**Índice de Contaminación por Mineralización- ICOMI:** Integra los parámetros de Conductividad, Dureza y Alcalinidad.

$$ICOMI = \frac{1}{3} (I. Conductividad + I. Dureza + I. Alcalinidad)$$

*Donde:*

***I. Conductividad***

$$= \log_{10} I. Conductividad = 3,26 + 1,34 \log_{10} \cdot \text{Conductividad} \left( \frac{mS}{cm} \right)$$

$$I. Conductividad = 10^{\text{Log.IConductividad}}$$

***Conductividades mayores a 270  $\frac{mS}{cm}$ , tienen un índice de conductividad = 1***

$$I. Dureza = \log_{10} I. Dureza = -9,09 + 4,40 \log_{10} \cdot \text{Dureza} \left( \frac{mg}{L} \right)$$

$$I. Dureza = 10^{\text{Log.Dureza}}$$

Durezas mayores a 110 mg/L tienen un índice =1

Durezas menores a 30 mg/L tienen un índice =0

$$I. Alcalinidad = -0,25 + 0,005 \text{Alcalinidad} \left( \frac{mg}{L} \right)$$

Alcalinidades mayores a 250 mg/L tienen un índice de 1

Alcalinidades menores a 50 mg/L tienen un índice de 0

Tabla 2

Código de colores de acuerdo al resultado del ICOMI

ICO	GRADO DE CONTAMINACION	ESCALA DE COLOR
0-0,2	Ninguna	Azul
>0,2-0,4	Bajo	Verde
>0,4-0,6	Medio	Amarillo
>0,6-0,8	Alto	Naranja
>0,8-1	Muy alto	Rojo

Fuente: Tomado del ICATest, capítulo III

**Índice de Contaminación por Materia Orgánica- ICOMO:** Conformado por los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Coliformes totales y el porcentaje de saturación de oxígeno.

$$ICOMO = \frac{1}{3} (I. DBO + I. Coliformes + I. Oxígeno)$$

Donde:

$$I. DBO = -0,05 + 0,70 \log_{10} DBO \left( \frac{mg}{L} \right)$$

$$DBO > 30 \text{ mg/L} = 1$$

$$DBO < 2 \text{ mg/L} = 0$$

$$I. Coliformes Totales = -1,44 + 0,56 \log_{10} \cdot Col. Tot. \left( \frac{NMP}{100mL} \right)$$

$$Coliformes Totales > 20.000 (NMP/100 mL) = 1$$

$$Coliformes Totales < 500 (NMP/100 mL) = 0$$

$$I. Oxígeno\% = 1 - 0,010xígeno\%$$

Oxígenos (%) mayores a 100% tienen un índice de oxígeno de 0.

Para sistemas lénticos con eutrofización y porcentajes de saturación mayores al 100%, se sugiere reemplazar la expresión por:

$$I. \text{Oxígeno} = 0,010 \text{Oxígeno}\% - 1$$

**Tabla 3**

*Código de colores de acuerdo al resultado del ICOMO*

ICO	GRADO DE CONTAMINACION	ESCALA DE COLOR
0-0,2	Ninguna	Azul
>0,2-0,4	Bajo	Verde
>0,4-0,6	Medio	Amarillo
>0,6-0,8	Alto	Naranja
>0,8-1	Muy alto	Rojo

Fuente: Tomado del ICATest, Capítulo III.

### Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos- ICOSUS

$$ICOSUS = -0,02 + 0,0003 \text{ Sólidos Suspendidos } \left(\frac{mg}{L}\right)$$

Sólidos Suspendidos > 340 mg/L tienen un ICOSUS= 1

Sólidos Suspendidos < 10 mg/L tienen un ICOSUS = 0

**Tabla 4**

*Código de colores de acuerdo al resultado del ICOSUS*

ICO	GRADO DE CONTAMINACION	ESCALA DE COLOR
0-0,2	Ninguna	Azul
>0,2-0,4	Bajo	Verde
>0,4-0,6	Medio	Amarillo
>0,6-0,8	Alto	Naranja
>0,8-1	Muy alto	Rojo

Fuente: Tomado del ICATest, Capítulo III.

Como tercera y última fase, se analizarán los resultados obtenidos durante el periodo de ejecución, en donde se definirá a partir de nuestra experiencia y datos recolectados, cuales son los componentes, situaciones y variables que pueden generar mayores y mejores resultados mediante la relación entre las distintas épocas del año, reconociendo los meses de alta y baja recolección, así como también, reconocer la semejanza o disparidad presente entre los distintos meses en los cuales estuvieron operando los atrapanieblas.

### **3.2 Población**

La unidad de análisis definida en este proyecto de investigación es el agua atmosférica potencialmente captable en los puntos estratégicos seleccionados en el municipio de Ocaña Norte de Santander.

Siguiendo el orden de ideas planteado anteriormente, para la toma o recolección de los datos arrojados por las variables en estudio se utilizarán las plataformas digitales “Weather Underground y AccuWeather” y se realizará un análisis de varianza por medio del software XLSTAT específicamente con la herramienta ANOVA de Excel.

### **3.3 Muestra**

A partir de la unidad de análisis definida como población, la cual es, el agua atmosférica potencialmente captable en sitios estratégicos del municipio Ocaña Norte de Santander, definimos como muestra el agua atmosférica susceptible de ser captada en las áreas

identificadas, por medio de la revisión teórica, teniendo en cuenta variables atmosféricas, altitud, humedad, entre otras.

Durante la operación de captación del agua horizontal se realizará un cálculo de volumen por medio del despeje del valor “altura” de la fórmula matemática para hallar el volumen de un cilindro por medio de una regla con el objetivo de cuantificar el volumen de agua que es capaz de recolectar cada atrapanieblas.

Para determinar la calidad del agua que ha sido captada, se tomarán muestras simples las cuales serán sometidas a análisis de parámetros físico- químicos y microbiológicos del agua, realizados en el laboratorio de Calidad del agua de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, una vez se obtengan los resultados de las muestras, estos valores serán comparados con los parámetros y valores máximos permisibles establecidos en el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 del 2007 y además de esto, se compararán con los valores máximos establecidos en el RAS 2000 para determinar la calidad del agua, De igual manera, se calcularán y analizarán los Índices de Contaminación (ICOMO- Índice de Contaminación por Materia Orgánica, ICOMI- Índice de Contaminación por Mineralización e ICOSUS- Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos) y el Índice de Calidad del Agua (ICA) por medio del Software ICATest V1.0 .

Las muestras simples tomadas para la determinación de la calidad y cálculo del volumen serán medidos según la periodicidad que se requiera de acuerdo a la cantidad de agua captada, el procedimiento en el cual, nos basaremos al momento de toma de muestras es el establecido en el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000) en su sección II título E capítulo E2, en donde se encuentra todo lo que se

debe tener presente en cuanto a recolección y preservación de muestras, metodologías de aforo, cadena de custodia, métodos de muestreo, recipientes necesarios utilizados para cada tipo de muestra, número de muestras necesarias por tomar, cantidad necesaria y preservación de las muestras, así como también, los parámetros mínimos de calidad del agua que deben ser medidos.

### 3.3.1 Cadena de custodia

**3.3.1.1 Rótulo de muestras** Con el objetivo de evitar confusiones al momento de toma de muestras, se ha diseñado un rótulo especial para cada una de ellas. En la tabla 5 se presenta el formato de rótulo de muestras que se empleará al momento de toma de datos en campos.

**Tabla 5**

*Formato de Rótulo de muestras*

	Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña- Formato para rótulo de muestras empleado en el trabajo de campo.	
Número de muestra	Nombre del recolector	Fecha y hora de toma de la muestra

Fuente: (Autores, 2019).

**3.3.1.2 Sello de la muestra** El sello de la muestra deberá contener la misma información plasmada en el rótulo anteriormente mencionado con el fin de evitar pérdidas en el contenido de la muestra o su alteración, de una manera más específica, en esta ocasión utilizaremos cinta de enmascarar para el cumplimiento del objetivo.

**3.3.1.3 Bitácora de campo** Una vez iniciada la operación de los sistemas pilotos, es necesario registrar toda la información adicional pertinente en una planilla de registro, la cual debe ser resistente a cualquier tipo de accidentes e imprevistos. La información mínima con la que se debe contar es: propósito del muestreo, localización del punto de muestreo, nombre y dirección del contacto en el campo, propietario de la muestra, tipo de muestra, mapas o fotografías del sitio, observaciones del campo y firmas de los responsables encargados.

**3.3.1.4 Transporte de la muestra al laboratorio** Las muestras tomadas en campo serán transportadas y entregadas con un plazo máximo de 2 horas después de obtenidas, al laboratorio de Aguas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

**3.3.1.5 Método de muestreo** El método de muestreo que será empleado es el de tipo manual, ya que no será utilizado ningún equipo para esta operación. Los autores responsables del proyecto realizarán la toma de muestras y la medición del volumen.

**3.3.1.6 Recipientes para las muestras** El recipiente requerido en la toma de muestras para el análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos es de material plástico debidamente esterilizado, ya sea con agua caliente o se recomienda aún más obtener un recipiente de plástico nuevo. **3.3.1.7 Parámetros mínimos de calidad del agua que deberán ser medidos** Dentro de los parámetros de calidad medidos in situ encontramos la temperatura, color aparente, olor y sabor, conductividad, pH, y turbiedad. En cuanto a los parámetros físico- químicos y microbiológicos que deberán ser medidos (ver tabla 6) en los laboratorios de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña encontramos los establecidos en la Resolución 2115 del 2007.

### **Tabla 6**

*Parámetros físico- químicos y microbiológicos que deberán ser medidos*

Color aparente	Zinc
Turbiedad	Nitratos
pH	Nitritos
Cloro Residual Libre	Aluminio (Al <sup>3+</sup> )
Alcalinidad Total	Fluoruros
Calcio	COT
Fosfatos	Coliformes totales
Manganeso	Escherichia Coli

Fuente: Tomado (Resolución 2115, 2007).

### 3.4 Análisis de la información

Basados en los datos obtenidos a través del análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos podremos conocer las condiciones de calidad con las que cuenta el agua que será captada en los sistemas pilotos de atrapanieblas, a partir de dichos resultados se realizará la comparación con los valores máximos permisibles que se establecen en la normatividad respectiva ( Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 del 2007) con el objetivo de verificar su cumplimiento y posteriormente determinar el uso que se le puede dar al agua atmosférica que ha sido captada, De igual forma, se realizará una comparación con el RAS 2000 para determinar la calidad del agua, Seguidamente, por medio de la utilización del Software “ICATest V1.0” se calcularán y analizarán los Índices de Contaminación (ICOMO- Índice de Contaminación por Materia Orgánica, ICOMI- Índice de Contaminación por Mineralización e ICOSUS- Índice de Contaminación por Sólidos Suspendedos) y el Índice de Calidad del Agua (ICA) .

Por otra parte, en cuanto a la medición del volumen, por medio de la fórmula para hallar el volumen de un cilindro, conoceremos el total de agua que puede llegar a captar el sistema piloto quincenalmente durante un tiempo de operación de 6 meses y finalmente establecer la viabilidad o no en la implementación de estos sistemas de captación en el

municipio de Ocaña Norte de Santander, analizando además las condiciones y los componentes que pudieron generar mayores y mejores resultados.

## Capítulo 4: Resultados

### 4.1 Revisión bibliográfica para la selección del área de ejecución del proyecto y construcción de atrapanieblas

En esta primera fase, basados en el “Libro de agua de niebla” como fuente principal de información, se tomó como punto de partida los conceptos expuestos y las variables determinantes para la escogencia del sitio más oportuno en donde se instalaron los sistemas pilotos, además de esto, se realizó la solicitud de información ante El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales- IDEAM de las estaciones meteorológicas con código 16055100 , 16055010 y 16055120 requiriendo los parámetros de: Precipitación total, precipitación número de días, precipitación máxima (24 horas), temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media mínima, temperatura media máxima, temperatura bulbo húmedo, humedad relativa, evaporación, brillo solar, nubosidad, tensión de vapor, velocidad/dirección del viento, vientos máximos, vientos medios, recorrido del viento y punto de rocío con una periodicidad diaria de cada parámetro. Cabe aclarar, que la información solicitada ante el IDEAM no fue suficiente ya que la mayoría de los parámetros requeridos no fueron brindados.

Seguidamente, para la identificación de las áreas se tuvo en cuenta aspectos como seguridad del sitio, con el objeto de que terceros no afectaran la funcionalidad de los atrapanieblas, accesibilidad, altura sobre el nivel del mar y temperatura, así mismo, se efectuaron actividades de inspección de las zonas por medio de recorridos.

Como anteriormente se menciona, debido a que la información suministrada por el IDEAM no fue suficiente para la escogencia de los sitios específicos, únicamente se basó en lo descrito en el “Libro de Agua de Niebla” seleccionando de manera arbitraria las zonas rurales

de: Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”- Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Vereda “Llano Alto”- Aguas Claras y Finca “La Laguna”-Pueblo Nuevo.

El sitio escogido en la zona del Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”- Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña se encuentra ubicado a  $8^{\circ}14'25''$  N y  $-73^{\circ}18'48''$  W, cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 1307 m, presenta alto grado de erosión y vegetación herbácea.

La vereda “Llano Alto”- Aguas claras se encuentra ubicada a  $8^{\circ}20'11''$  N y  $-73^{\circ}21'19''$  W, cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 1206 m, presenta cobertura vegetal herbácea y arbustiva, se desarrollan actividades agropecuarias.

La Finca “La Laguna”- Pueblo Nuevo, se encuentra ubicada a  $8^{\circ}13'39''$  N y  $-73^{\circ}23'50''$  W, cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 1670 m, se desarrollan actividades agropecuarias, ganaderas y turísticas, cuenta con cobertura vegetal herbácea, arbustiva y arbórea.

En cuanto a la construcción de los atrapanieblas, en primera instancia se hizo la adquisición de materiales ( Recipientes de pintura vacíos, cemento, guaduas, tubos de pvc, alambre, malla de polietileno del 35% de sombra, tanques de almacenamiento, abrazaderas de plástico, uniones, soportes y anclajes), se utilizó el recipiente de pintura al cual, se le agregó una capa de cemento con el fin de crear las bases para dar estabilidad a los atrapanieblas, a los tubos de pvc se les realizó un corte en la parte superior con el fin de obtener un canal para la conducción del agua, se le adicionaron dos tapones en los extremos para evitar la salida del líquido y se perforó un orificio para ser unido a otro tubo de pvc el cual, conduciría el agua hacia el tanque de almacenamiento. La construcción total de los atrapanieblas se dio en el mismo sitio destinado para su ubicación, para lo cual, los materiales anteriormente mencionados fueron

transportados en vehículos de carga, allí, se procedió a abrir ocho huecos de los cuales dos fueron destinados para ubicar las guaduas con 50 cm de profundidad y los restantes fueron destinados para la ubicación de los recipientes con cemento (anclajes), luego se toma la malla de polietileno y se une a las guaduas a través de las abrazaderas plásticas, al igual, se utilizaron estas para la unión de los soportes a las guaduas, posteriormente se procedió a unir los soportes de la parte superior de las guaduas con el alambre, de esta manera, se levantaron las guaduas y se introdujeron en los huecos asignados, se amarró el alambre a los anclajes y una vez los atrapanieblas estuvieran firmes se instaló el canal, se aseguraron los tanques de almacenamiento y se realizó la unión de este con el canal por medio de un tubo de pvc.

Un factor importante que se tuvo en cuenta al momento de instalar los atrapanieblas fue que la malla quedara bien tensada, con el objetivo de facilitar la permanencia de las gotas captadas en la malla de polietileno, así mismo se tuvo presente que los templetos estuvieran lo suficiente firmes para dar estabilidad a los sistemas, que los tanques de almacenamiento estuvieran asegurados evitando el hurto de estos y que los anclajes estuvieran bajo una profundidad considerable evitando la caída y pérdida en la operación.



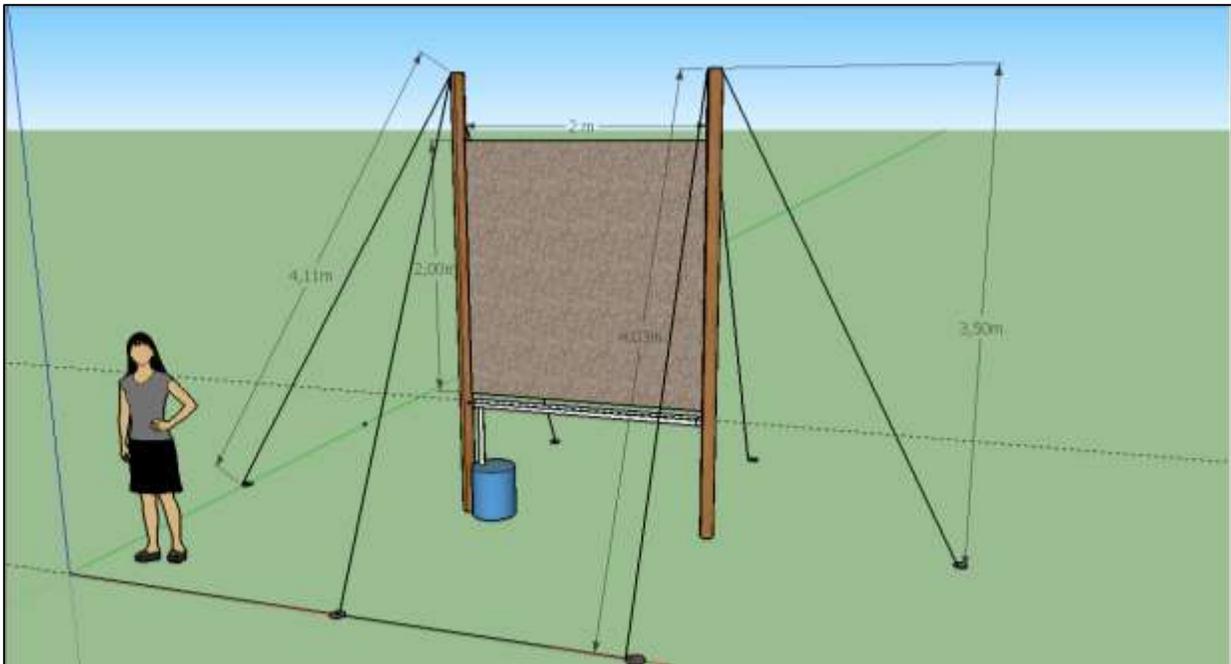
**Figura 2.** Atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO.  
Fuente: (Autores, 2020).



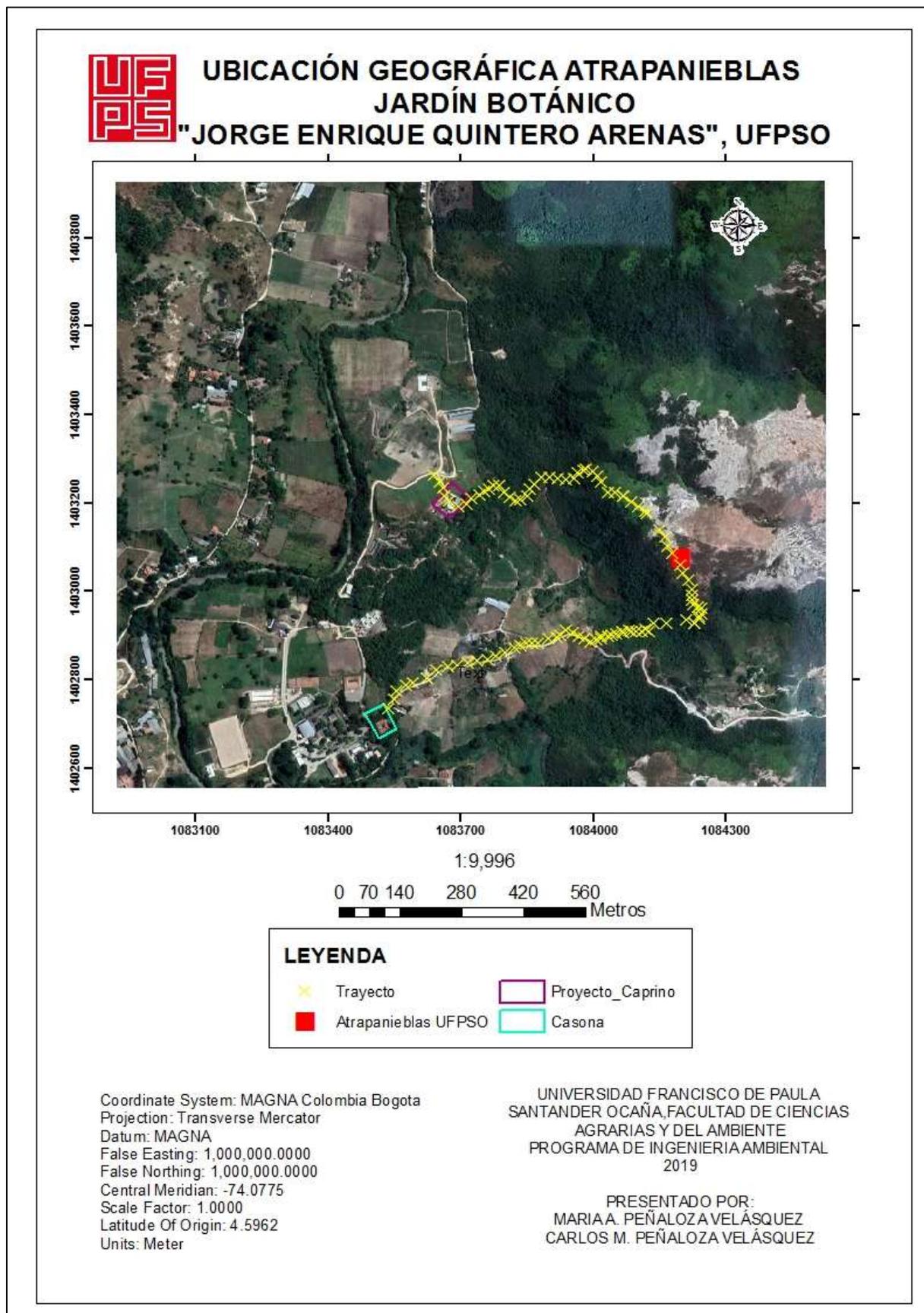
**Figura 3.** Atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras. Fuente: (Autores, 2020).



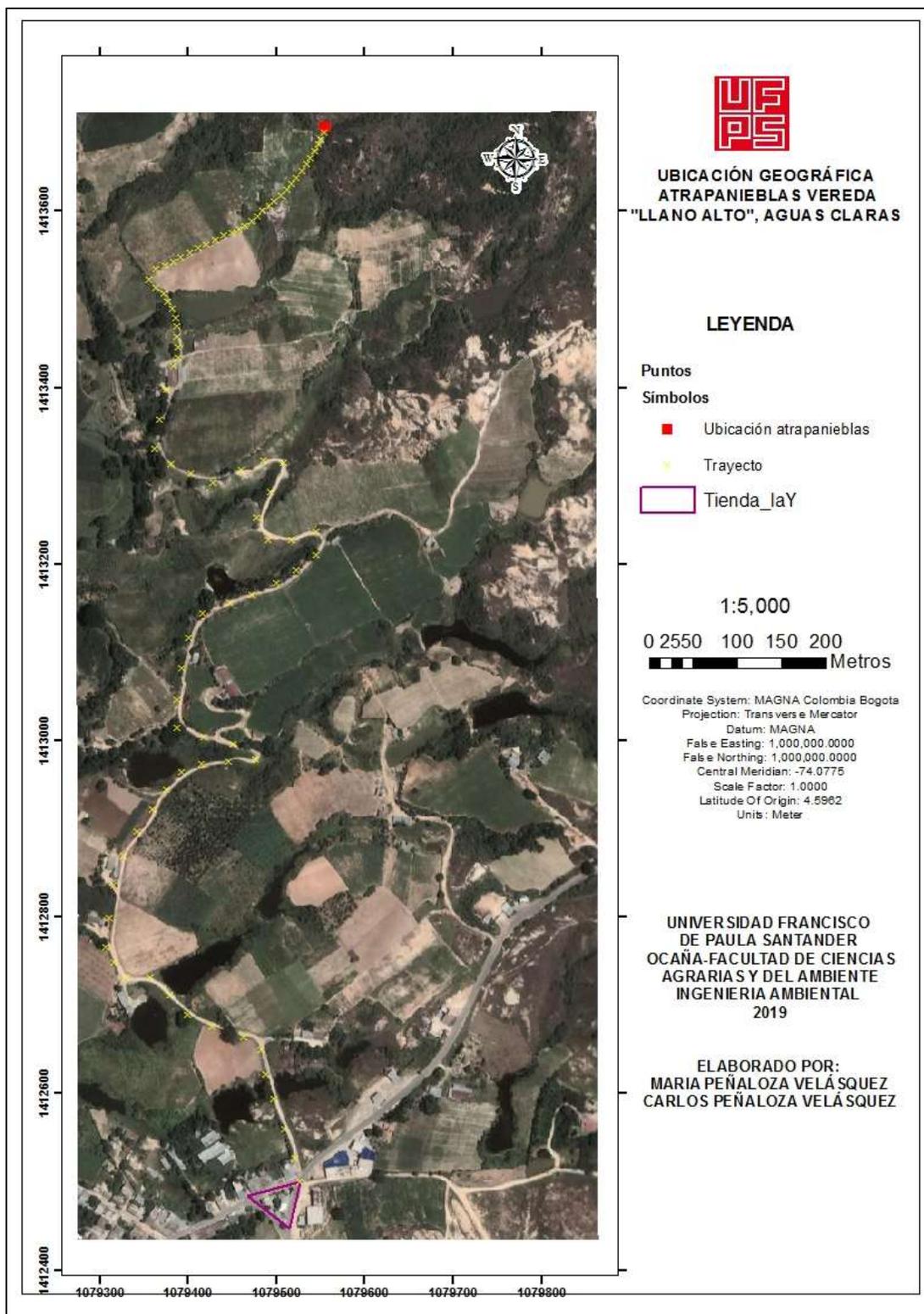
**Figura 4.** Atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo. Fuente: (Autores, 2020).



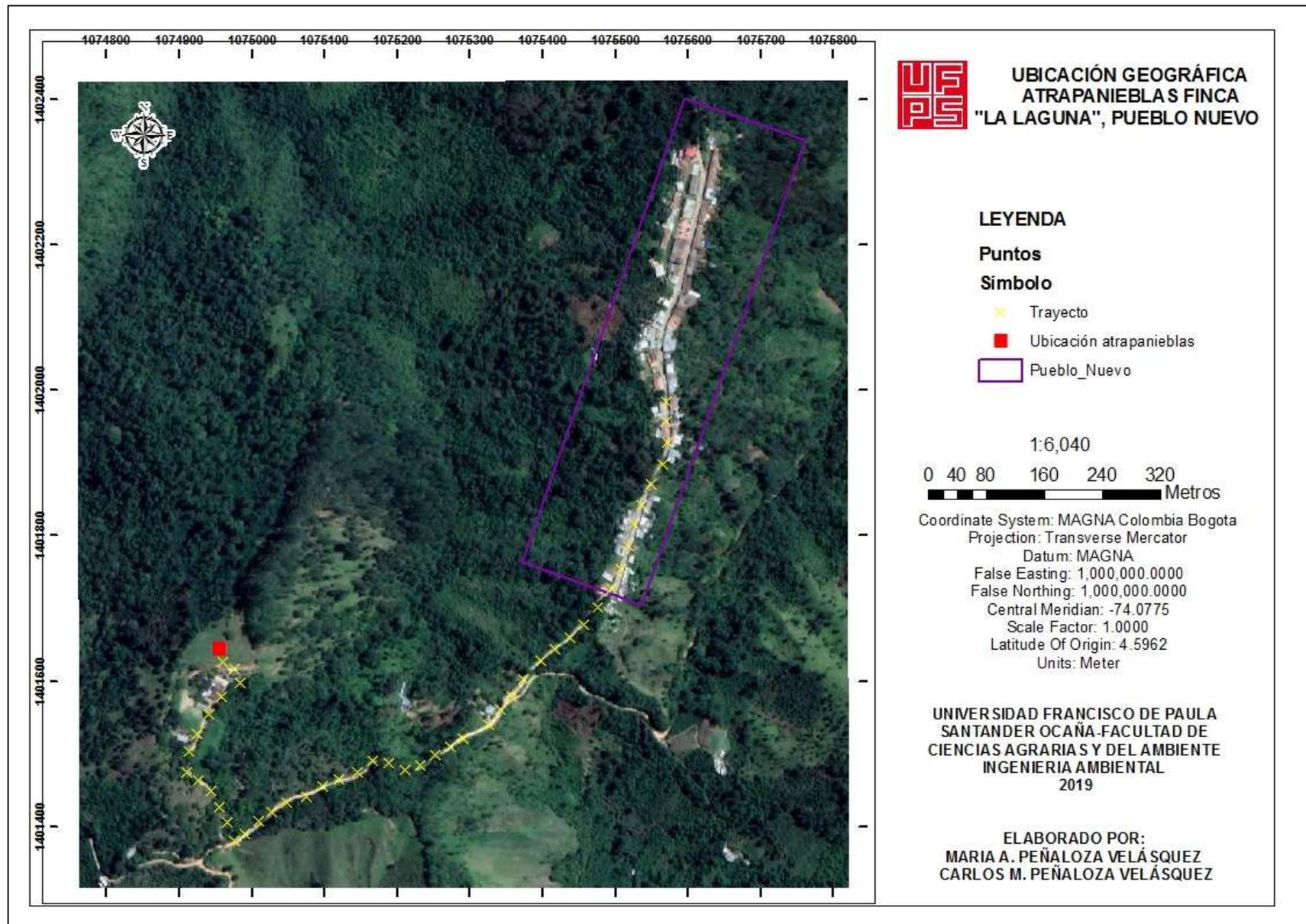
**Figura 5.** Medidas de los atrapanieblas. Fuente: (Autores, 2020).



**Figura 6.** Salida gráfica- Ubicación atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO. Fuente: (Autores, 2020).



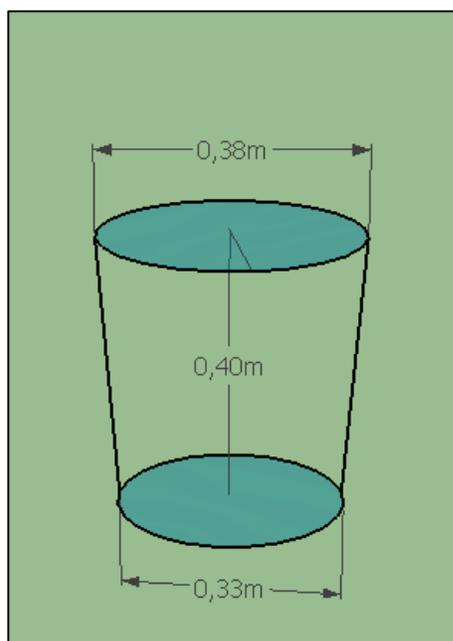
**Figura 7.** Salida Gráfica -Ubicación atrapanieblas "Vereda Llano Alto", Aguas Claras. Fuente: (Autores, 2020).



**Figura 8.** Salida Gráfica- Ubicación atrapanieblas Finca" La Laguna", Pueblo Nuevo. Fuente: (Autores, 2020).

#### 4.2 Determinación de variables de Cantidad y Calidad de agua aprovechable captada, variables atmosféricas y seguimiento de los sistemas piloto

En esta etapa, se realizó una visita cada 15 días a los sitios en donde fueron instalados los atrapanieblas y por medio de una regla, se midió el nivel de agua contenida en cada tanque de almacenamiento, a partir de este valor se introdujo en la fórmula matemática para hallar el volumen de un cilindro (tanque de almacenamiento, el cual puede contener hasta 40 L de agua) de esta manera, se obtuvo el valor de cantidad de agua que se presenta en los tanques de almacenamiento. Cabe mencionar que en el último mes se hicieron tres visitas continuas a los tres puntos en donde se encontraban instalados los atrapanieblas para de esta manera, determinar el nivel de agua que se captaba diariamente. Los resultados obtenidos de cantidad de agua captada se mencionan a continuación:



**Figura 9.** Medidas de los tanques de almacenamiento. Fuente: (Autores, 2020).

**Tabla 7**

*Volúmenes captados por el atrapanieblas- Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO*

Visita	Fecha	Hora	Volumen (L)	Seguimiento
1	12/07/2019	8:07 AM	-	Se encontró muy poca agua, la sensación térmica es alta y no se evidenciaron rastros de precipitación.
2	06/08/2019	7:27 AM	-	Se encontró poca agua de color amarillo-Café, Sensación térmica alta y no se evidenció precipitación
3	20/08/2019	7:38 AM	5,24	Día despejado, Se evidenció precipitación fuerte en días anteriores, se encontró la malla rasgada y los templetes flojos (Viento Fuerte)
4	02/09/2019	7:27 AM	1,29	Día despejado, sensación térmica baja, se encontró rocío en la tapa del tanque de almacenamiento
5	16/09/2019	7:30 AM	4,35	Día Nublado, sensación térmica baja, se encontró evidencia de precipitación
6	01/10/2019	8:06 AM	24,75	Día despejado, soleado
7	28/10/2019	7:53 AM	13,86	Día despejado, soleado , presencia de moscas y ganado
8	12/11/2019	8:49 AM	3,17	Día despejado, soleado
9	13/11/2019	8:42 AM	-	No hubo aumento de cantidad de agua
10	14/11/2019	8:41 AM	-	No se registra aumento de agua, Se encontró evidencia de precipitación y se especula posible afectación a la estructura del sistema.

Fuente: (Autores, 2020).

**Tabla 8**

*Volúmenes captados por el atrapanieblas- Vereda "Llano Alto", Aguas Claras*

Visita	Fecha	Hora	Volumen (L)	Seguimiento
1	14/08/2019	8:09 AM	3,66	Evidencia de precipitación, día nublado, afectación en la malla por fuertes vientos
2	21/08/2019	8:10 AM	3,07	Día despejado, sensación térmica fresca
3	03/09/2019	7:48 AM	1,09	Sensación térmica baja, evidencia de precipitación y abundante presencia de niebla

4	17/09/2019	7:34 AM	-	Día despejado, soleado, evidencia de precipitación
5	02/10/2019	8:08 AM	39,59	Día despejado, soleado, se encontró la malla extremadamente rasgada
6	29/10/2019	7:43 AM	13,86	Día nublado, se reparó la malla con abrazaderas plásticas por deterioro
7	12/11/2019	7:40 AM	-	No se presentó aumento en el nivel del agua, día despejado
8	13/11/2019	7:39 AM	-	Día despejado (Opaco), No se presentó aumento en la cantidad del agua
9	14/11/2019	7:39 AM	-	Día despejado, No se registró aumento en el nivel del agua, se presentó evidencia de precipitación

Fuente: (Autores, 2020).

**Tabla 9**

*Volúmenes captados por el atrapanieblas- Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo*

Visita	Fecha	Hora	Volumen (L)	Seguimiento
1	04/09/2019	7:34 AM	22,27	Día despejado, Según la comunidad se presenta poca precipitación, niebla abundante despejándose entre las 8-9 am , Atrapanieblas en buen estado
2	18/09/2019	7:44 AM	13,16	Presencia de abundante niebla, sensación térmica baja, Evidencia de precipitación
3	03/10/2019	8:37 AM	9,4	Día despejado, Evidencia de precipitación
4	30/10/2019	8:15 AM	10,89	Día nublado, se presenta un templete roto
5	12/11/2019	11:05 AM	6,73	Día nublado, Presencia de llovizna
6	13/11/2019	11:04 AM	-	No se presenta aumento en el nivel del agua por taponamiento del canal
7	14/11/2019	10:08 AM	2,57	Día despejado

Fuente: (Autores, 2020).

En cuanto a la determinación de la calidad del agua se tomaron en total dos muestras para los atrapanieblas ubicados en la vereda “ Llano Alto”-Aguas Claras y Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”- UFPSO y para el atrapanieblas ubicado en la finca “La Laguna”- Pueblo Nuevo se tomaron tres muestras, es decir, que en total son tomadas 7

muestras, las cuales, fueron recolectadas en recipientes de plástico debidamente esterilizados y rotulados, para el análisis de los parámetros microbiológicos fueron suministradas unas bolsas de plástico directamente del laboratorio, Del mismo modo, dichas muestras fueron llevadas inmediatamente después de su recolección al Laboratorio de Aguas ubicado en las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, en donde se les realizó su respectivo análisis físico- químico y microbiológico.

Dentro de los parámetros solicitados en la primera muestra de agua para su respectivo análisis se encuentran los siguientes: pH, Oxígeno disuelto, Sólidos Suspendidos Totales, Color aparente, Turbiedad, Cloro libre, Nitritos, Nitratos, Hierro, Sulfatos, *Escherichia coli*, Coliformes totales, debido a que se evidenció que estos parámetros no eran suficientes, para las próximas muestras se incluyó el análisis de parámetros como: Alcalinidad, Dureza Conductividad y DBO<sub>5</sub>.

Los resultados arrojados se mencionan a continuación:

**Tabla 10**

*Resultados de los análisis del agua para el atrapanieblas- Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO*

Parámetro	Unidad	Fecha de Muestreo	Hora	Fecha de Muestreo	Hora
		02/09/2019	7:38 AM	28/10/2019	7:56AM
		Resultado 1		Resultado 2	
Potencial de Hidrogeno	pH	7,01		6,48	
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	-		20	
Dureza	mg/L CaCO	-		30	
Conductividad	μS/cm	-		66,1	
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	-		8	
Oxígeno Disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	7,26 (72%)		6,58 (65%)	

Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	30	23
Color Aparente	UPtCo	44	21
Turbiedad	NTU	1,17	1,35
Cloro Libre	mg/L	0,06	0,01
Nitritos	mg/L	0,0396	0,0132
Nitratos	mg/L	6,6	5,28
Hierro	mg/L	0,10	0,06
Sulfatos	mg/L	15	1
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100mL	56	23
Coliformes totales	UFC/100mL	256	109

Fuente: (Autores, 2020).

**Tabla 11**

*Resultados de los análisis del agua para el atrapanieblas- Vereda "Llano Alto", Aguas claras*

Parámetro	Unidad	Fecha de Muestreo	Hora	Fecha de Muestreo	Hora
		02/09/2019	7:38 AM	28/10/2019	7:56AM
		Resultado 1		Resultado 2	
Potencial de Hidrogeno	pH	6,86		5,19	
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	-		25	
Dureza	mg/L CaCO	-		7,5	
Conductividad	µS/cm	-		32,9	
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	-		12	
Oxígeno Disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	6,72 (68%)		6,68 (67,5%)	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	23		3	
Color Aparente	UPtCo	63		50	
Turbiedad	NTU	4,30		0,82	
Cloro Libre	mg/L	0,08		0,01	
Nitritos	mg/L	0,1848		0,0165	
Nitratos	mg/L	14,08		5,28	

Hierro	mg/L	0,07	0,04
Sulfatos	mg/L	11	1
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100mL	>300	106
Coliformes totales	UFC/100mL	>300	169

Fuente: (Autores, 2020).

**Tabla 12**

*Resultados de los análisis de agua para el atrapanieblas- Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo*

Parámetro	Unidad	Fecha de Muestreo	Hora	Fecha de Muestreo	Hora	Fecha de Muestreo	Hora
		04/09/2019	7:40 AM	30/10/2019	7:56 AM	14/11/2019	10:08 AM
		Resultado 1		Resultado 2		Resultado 3	
Potencial de Hidrogeno	pH	7,06		5,03		5,09	
Alcalinidad	mg/LCaCO <sub>3</sub>	-		15		30	
Dureza	mg/LCaCO	-		16		22	
Conductividad	μS/cm	-		41,3		73,1	
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	-		6		19	
Oxígeno Disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	6,58 (64%)		6,57 (63,8%)		4,86 (47,2%)	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2		6		50	
Color Aparente	UPtCo	23		46		276	
Turbiedad	NTU	1,43		0,38		46,5	
Cloro Libre	mg/L	0,06		0,05		0,01	
Nitritos	mg/L	0,0297		0,033		0,1782	
Nitratos	mg/L	5,72		8,8		13,64	
Hierro	mg/L	0,04		0,06		0,31	
Sulfatos	mg/L	1		1		5	
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100mL	0		0		49	
Coliformes totales	UFC/100mL	173		56		205	

Fuente: (Autores, 2020).

Específicamente, cada una de las muestras tomadas para la realización de análisis físico-químicos y microbiológicos, corresponden a muestras de tipo puntual de agua cruda cuya naturaleza y volumen de los recipientes en donde se depositaron las muestras se mencionan a continuación:

**Tabla 13**

*Volumen y Naturaleza de los recipientes utilizados para recolección de muestras de agua*

	Muestras 1		Muestras 2		Muestras 3	
	Naturaleza	Volumen	Naturaleza	Volumen	Naturaleza	Volumen
Jardín Botánico	Bolsa Plástica	100 mL	Bolsa Plástica	100 mL	-	-
	Recipiente de Plástico	1,5 L	Recipiente de Plástico	2 L	-	-
Vereda "Llano Alto"	Bolsa Plástica	100 mL	Bolsa Plástica	100 mL	-	-
	Recipiente de Plástico	1,5 L	Recipiente de Plástico	1,5 L	-	-
Finca "La Laguna"	Bolsa Plástica	100 mL	Bolsa Plástica	100 mL	Bolsa Plástica	100 mL
	Recipiente de Plástico	1,5 L	Recipiente de Plástico	2 L	Recipiente de Plástico	1,75 L

Fuente: (Autores, 2020).

Se consideraron posibles errores de calibración de los instrumentos, por ende, se decidió duplicar la muestra número dos de cada uno de los atrapanieblas, con el fin de comparar los datos arrojados con los resultados tomados por medio de una sonda multiparamétrica, de lo cual se obtiene:

**Tabla 14**

*Comparación entre los resultados de los análisis y los resultados de los parámetros tomados por medio de sonda multiparamétrica*

Parámetro	Muestra 2					
	Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas"		Vereda "Llano Alto"		Finca "La Laguna"	
	Muestra	Sonda	Muestra	Sonda	Muestra	Sonda
PH	6,48	5,40	5,19	5,17	5,03	5,13
Conductividad	66,1	22,8	32,9	40,1	41,3	39,8
Oxígeno Disuelto	6,58	6,36	6,68	6,75	6,57	6,68
Cloro	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05

Fuente: (Autores, 2020).

Basados en la Tabla 14, podemos observar que los parámetros medidos a través de la sonda multiparamétrica no presentan una variación considerable con respecto a los resultados arrojados en los análisis de laboratorio, excepto en la muestra del Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO en el parámetro de conductividad, en resumen, se puede confiar en los resultados arrojados en primera instancia.

Para la medición de las variables atmosféricas en estudio se instaló una estación meteorológica la cual, trabaja en función del servicio meteorológico "Weather Underground" que proporciona información meteorológica en tiempo real, esta estación fue instalada en el edificio "B" de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña en las coordenadas 8°14' 14" N y - 73°19' 15" W en el mes de Junio, cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 1212 m, del mismo modo, se contó con otra estación meteorológica instalada anteriormente que monitoreaba las variables atmosféricas que inciden sobre el atrapanieblas ubicado en la Vereda "Llano Alto",

Aguas Claras. A su vez, se instaló otra de estas estaciones en Pueblo Nuevo, para lo cual, se realizó el trámite requerido ante la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y ante la Junta de acción comunal de Pueblo Nuevo, Es importante mencionar que se optó por utilizar otro servicio meteorológico llamado “AccuWeather” con el fin de monitorear algunas de las variables atmosféricas en los casos en que las otras dos estaciones meteorológicas perdieran su funcionalidad. De igual manera, se realizó un análisis de varianza de las variables en estudio por medio del software XLSTAT específicamente con la herramienta ANOVA de Excel.

Dentro de las variables atmosféricas que monitoreaba la plataforma “Weather Underground” se escogen las siguientes: Temperatura, Punto de Rocío, Humedad, Velocidad del Viento, Dirección del Viento, Precipitación, Precipitación Acumulada y Radiación Solar. Por otra parte, la plataforma “AccuWeather” solo monitoreaba las variables de Temperatura Máxima, Temperatura Mínima y Precipitación Acumulada.

El monitoreo de las variables anteriormente mencionadas comenzó el día inmediatamente después de instalar cada uno de los atrapanieblas, la plataforma de “Weather Underground” suministraba datos cada 5 minutos durante las 24 horas del día, de lo cual, se optó por tabular estos datos cada hora, por el contrario la plataforma “AccuWeather” arrojaba un promedio diario de las variables atmosféricas monitoreadas. Se hizo un promedio mensual de cada una de las variables en estudio, de lo cual se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla 15**

*Promedios mensuales para el monitoreo de variables atmosféricas que inciden sobre el atrapanieblas- Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas"- UFPSO*

MES	Temperatura	Punto de Rocío	Humedad	Velocidad del viento	Precipitación	Radiación Solar
JULIO	21,9	16,3	71,5	7,3	0,16	83,6
AGOSTO	22,8	16,7	73,2	5,8	1,91	70,7
SEPTIEMBRE	22,1	17,1	75,3	5,5	7,6	88,8
OCTUBRE	22,6	-	-	-	4,7	-
NOVIEMBRE	22,7	-	-	-	3,2	-

Fuente: (Autores, 2020).

**Tabla 16**

*Promedios mensuales para el monitoreo de variables atmosféricas que inciden sobre el atrapanieblas- Vereda "Llano Alto", Aguas Claras*

MES	Temperatura	Punto de Rocío	Humedad	Velocidad del viento	Precipitación	Radiación Solar
JULIO	22,8	18,1	76,3	5,8	0,06	267,9
AGOSTO	22,2	18,5	82,1	3,9	2	231,6
SEPTIEMBRE	21,8	18,8	82,5	3	0,75	223,18
OCTUBRE	22,6	-	-	-	4,7	-
NOVIEMBRE	22,7	-	-	-	3,2	-

Fuente: (Autores, 2020).

Con respecto a los resultados del monitoreo de las variables meteorológicas que incidían sobre el atrapanieblas Finca “La Laguna”, Pueblo Nuevo, se instaló una estación meteorológica en este lugar, la cual, monitoreó las variables atmosféricas de Temperatura, Punto de Rocío y Humedad, Así mismo, se tomaron datos de estas mismas variables a partir de la estación meteorológica ubicada en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, para posteriormente tomar estos datos, compararlos y analizarlos, es importante aclarar que se tomó la estación meteorológica ubicada en la UFPSO para realizar esta comparación, ya que esta se

encuentra a una altura muy similar a la estación meteorológica ubicada en Aguas Claras, por lo que se pueden considerar los mismos datos para ambas estaciones.

Los resultados del monitoreo de estas variables atmosféricas se mencionan a continuación:

**Tabla 17**

*Resultados del monitoreo de las variables atmosféricas que indican sobre los atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo y Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO.*

Estación Meteorológica Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo			Estación Meteorológica "Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña"		
Temperatura (°C)	Punto de Rocío (°C)	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Punto de Rocío (°C)	Humedad (%)
21.3	18.8	85	25.6	18.8	64
22.9	19.3	79	26.5	19.0	61
24.6	19.4	71	27	19.0	59
26.2	19.4	64	26.8	19.0	60
26.3	19.3	63	25.9	19.4	65
25.2	18.9	66	25.1	19.2	68
24.7	18.8	68	24.4	19.6	73
23.6	18.4	71	23.9	19.7	76
23	18.6	75	23.4	19.4	77
23.6	18.6	72	23	19.6	80
22.8	18.2	74	22.6	19.2	80
22.4	18.4	77	22.4	19.2	81
22.3	18.5	78	22.3	19.3	82
22.2	18.6	79	22.1	19.3	83
22.1	18.5	79	22.1	19.3	83
21.8	18.8	82	21.8	19.1	84
21.3	18.5	83	21.7	19.2	85
20.6	18.5	87	21.9	19.4	85
20.1	17.6	85	21.6	19.1	85
19.4	17.1	86	21.4	19.1	86
18.9	17.1	89	21.2	19.1	87
18.6	17.0	90	20.9	19.0	88

18.5	17.2	92	20.6	18.8	89
18.5	17.4	93	20.4	18.6	89
18.3	17.2	93	20.3	18.5	89
18.3	17.4	94	20.2	18.6	90
18.4	17.6	95	20.2	18.6	90
18.4	17.6	95	20.5	18.9	90
18.3	17.5	95	20.2	18.4	89
18.5	17.9	96	19.8	18.4	91
18.6	17.8	95	19.9	18.5	91
18.3	17.4	94	19.7	18.1	90
18.1	17.0	93	19.8	18.4	91
18.1	17.2	94	19.7	18.1	90
18.1	17.3	95	20.1	18.3	89
18.1	17.3	95	20.2	18.3	88
18	17.2	95	20.6	18.5	87
17.9	16.8	93	20.8	18.5	86
17.7	16.8	94	21.2	18.4	83
17.7	16.6	93	21.6	18.4	81
17.6	16.5	93	22.1	18.5	79
17.7	16.6	93	22.8	18.6	76
18	17.4	96	23.4	18.6	73
18	17.2	95	23.7	18.7	72
18.1	17.5	96	23.5	18.5	72
18	17.4	96	22.6	18.8	78
17.9	17.3	96	22.3	18.7	79
17.5	16.1	91	22.8	19.0	78
17.2	15.8	91	23.1	18.9	76

Fuente: (Autores, 2020).

### 4.3 Efectividad de la captación, calidad del agua y almacenamiento del agua

horizontal

**Tabla 18**

*Comparación entre el análisis de laboratorio, el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 del 2007- Atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO*

Parámetro	Unidad	Resultado 1	Resultado 2	Valor Máximo Aceptable (Decreto 1594/1984)	Valor Máximo Aceptable (Resolución 2115/2007)
Potencial de Hidrogeno	pH	7,01	6,48	5-9.	6,5-9
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	-	20	-	200
Dureza	mg/L CaCO	-	30	-	300
Conductividad	μS/cm	-	66,1	-	1000
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	-	8	-	-
Oxígeno Disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	7,26 (72%)	6,58 (65%)	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	30	23	-	-
Color Aparente	UPtCo	44	21	75	15
Turbiedad	NTU	1,17	1,35	-	2
Cloro Libre	mg/L	0,06	0,01	-	0,5-2
Nitritos	mg/L	0,0396	0,0132	1,0	0,1
Nitratos	mg/L	6,6	5,28	10,0	10
Hierro	mg/L	0,10	0,06	-	0,3
Sulfatos	mg/L	15	1	400	250
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100mL	56	23	-	0
Coliformes totales	UFC/100mL	256	109	20000	0

Fuente: (Autores, 2020).

**Nota.** Los valores que se encuentran resaltados con color verde cumplen con lo establecido en la normatividad mencionada, por el contrario, los que se encuentran resaltados con color rojo, sobrepasan los valores máximos aceptables.

Para el análisis de la tabla 18 expuesta anteriormente, se compararon en primera instancia los datos arrojados a partir de los análisis de laboratorio realizados, con los valores máximos aceptables de las características químicas-físicas y microbiológicas contenidas en el agua, establecidos en el Decreto 1594 de 1984 para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico indicando que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional, así mismo, cuando los parámetros no contaban con un valor máximo aceptable establecido en este Decreto, estos fueron comparados con los establecidos en la Resolución 2115 de 2007.

De donde podemos interpretar que los parámetros de pH, Alcalinidad Dureza, Conductividad, Color aparente, Turbiedad, Nitritos, Nitratos, Hierro, Sulfatos y Coliformes totales no sobrepasan los valores máximos permisibles en ninguna de las dos muestras tomadas para el atrapanieblas ubicado en el Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, UFPSO, Por otra parte, los parámetros de Cloro libre y *Escherichia Coli* superan los valores máximos aceptables en cada una de las muestras tomadas, esto pudo deberse, a que los recipientes en donde se encontraban depositadas las muestras, fueron esterilizados con agua del grifo, la cual, fue hervida y de alguna manera pudo quedar residuos de cloro en este recipiente para el caso del parámetro de Cloro Libre, En cuanto a la presencia del parámetro *Escherichia Coli* se cree que este se debe a la presencia de animales, ya que estos microorganismos son habitantes normales en su tracto digestivo, los cuales habitaban cercanos a la ubicación de este atrapanieblas, del mismo modo, los resultados para *Escherichia Coli* y Cloro Libre pueden deberse al ciclo natural del agua, donde en la atmósfera hay presencia de estos dos contaminantes.

**Tabla 19**

*Comparación entre el análisis de laboratorio, el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 del 2007- Atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras*

Parámetro	Unidad	Resultado 1	Resultado 2	Valor Máximo Aceptable (Decreto 1594/1984)	Valor Máximo Aceptable (Resolución 2115/2007)
Potencial de Hidrogeno	pH	6,86	5,19	5-9.	6,5-9
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	-	25	-	200
Dureza	mg/L CaCO	-	7,5	-	300
Conductividad	µS/cm	-	32,9	-	1000
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	-	12	-	-
Oxígeno Disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	6,72 (68%)	6,68 (67%)	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	23	3	-	-
Color Aparente	UPtCo	63	50	75	15
Turbiedad	NTU	4,30	0,82	-	2
Cloro Libre	mg/L	0,08	0,01	-	0,5-2
Nitritos	mg/L	0,1848	0,0165	1,0	0,1
Nitratos	mg/L	14,08	5,28	10,0	10
Hierro	mg/L	0,07	0,04	-	0,3
Sulfatos	mg/L	11	1	400	250
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100mL	>300	106	-	0
Coliformes totales	UFC/100mL	>300	169	20000	0

Fuente: (Autores, 2020).

Podemos observar, que los parámetros de pH, Alcalinidad, Dureza, Conductividad, Color Aparente, Nitritos, Hierro, Sulfatos y Coliformes totales cumplen en totalidad con los valores máximos establecidos en el Decreto 1594 de 1984, los parámetros de Turbiedad y Nitratos no

cumplen en la primera muestra tomada con lo establecido en la normatividad aplicable, esto se debe a la presencia y crecimiento de algas en los tanques de almacenamiento y así mismo, a la acción del viento que conduce sedimentos hacia el canal que a su vez se depositan en el tanque de almacenamiento para el recurso, en cuanto a los nitratos, esta concentración puede deberse a la utilización de abonos, ya que en la zona en donde se encontraba ubicado este atrapanieblas se realizan actividades agropecuarias, pero en su segunda muestra no sobrepasan estos valores, es decir, que se encuentran dentro de los límites permisibles. Finalmente, los parámetros de Cloro Libre y *Escherichia Coli* no cumplen en totalidad con los valores máximos aceptables, esto se debe igualmente a las causas mencionadas en el punto anterior.

**Tabla 20**

*Comparación entre el análisis de laboratorio, el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 del 2007- Atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo*

Parámetro	Unidad	Resultado 1	Resultado 2	Resultado 3	Valor Máximo Aceptable (Decreto 1594/1984)	Valor Máximo Aceptable (Resolución 2115/2007)
Potencial de Hidrogeno	pH	7,06	5,03	5,09	5-9.	6,5-9
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>		15	30	-	200
Dureza	mg/L CaCO		16	22	-	300
Conductividad	μS/cm		41,3	73,1	-	1000
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>		6	19	-	-
Oxígeno Disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	6,58 (64%)	6,57 (64%)	4,86 (47%)	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2	6	50	-	-
Color Aparente	UPtCo	23	46	276	75	15
Turbiedad	NTU	1,43	0,38	46,5	-	2
Cloro Libre	mg/L	0,06	0,05	0,01	-	0,5-2

Nitritos	mg/L	0,0297	0,033	0,1782	1,0	0,1
Nitratos	mg/L	5,72	8,8	13,64	10,0	10
Hierro	mg/L	0,04	0,06	0,31	-	0,3
Sulfatos	mg/L	1	1	5	400	250
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100mL	0	0	49	-	0
Coliformes totales	UFC/100mL	173	56	205	20000	0

Fuente: (Autores, 2020).

A partir de la tabla 20, podemos deducir que los parámetros de pH, Alcalinidad, Dureza, Conductividad, Nitritos, Sulfatos y Coliformes Totales cumplen a cabalidad y en todas sus muestras con los valores máximos permisibles, por otra parte, los parámetros de Color aparente, Turbiedad, Nitratos, Hierro y *Escherichia Coli*, cumplen con estos límites en la muestra 1 y 2 pero en la muestra 3 los sobrepasan, esto puede deberse a la presencia de algas y sedimentos con relación a los parámetros de Color aparente y turbiedad, a la realización de actividades agropecuarias referente al parámetro de nitratos, presencia de animales en cercanías al sistema piloto y ciclo hidrológico, justificando la existencia del microorganismo *Escherichia Coli* y el Hierro puede deberse a la oxidación que pudo presentarse en los alambres utilizados para unir los soportes del atrapanieblas con los anclajes. Finalmente, el único parámetro que no cumple en su totalidad con lo que establece la legislación es el Cloro Libre, debido muy probablemente al agua utilizada (del grifo) para la esterilización de los recipientes que contenían las muestras de agua.

Así mismo se realizó la comparación de los resultados obtenidos según lo reglamentado en el RAS 2000 Título B (ver apéndice C), en el cual indica que la calidad del agua recolectada en los tres sistemas es regular y que debe ser sometida a un proceso de filtración y desinfección para ser considerada apta para el consumo humano; es de aclarar que

en este reglamento se indican los valores máximos admisibles de las normas microbiológicas, organolépticas, físicas y químicas de la calidad del agua potable que, de acuerdo al Decreto 475/98, expedido por los Ministerios de Salud y de Desarrollo Económico, se deben cumplir en todo el territorio nacional en la red de distribución de los sistemas de acueducto independiente de su nivel de complejidad.

**Tabla 21**

*Comparación entre los volúmenes captados por los atrapanieblas y su respectivo tiempo de operación*

Tiempo de operación		
Aproximadamente 6 meses	4 meses y medio	3 meses y medio
Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO	Vereda "Llano Alto", Aguas Claras	Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo
5,24	3,66	22,27
1,29	3,07	13,16
4,35	1,09	9,4
24,75	39,59	10,89
13,86	13,86	6,73
3,17		2,57
<b>52,66 L</b>	<b>61,27 L</b>	<b>65,02 L</b>

Fuente: (Autores, 2020).

Observando la tabla anterior, podemos deducir que el atrapanieblas ubicado en la Finca "La Laguna"-Pueblo Nuevo, basados en el volumen captado por este y el tiempo en el cual duró en operación, es el sistema piloto con mayor eficiencia, ya que obtuvo el mayor valor de recolección del recurso en el menor tiempo posible, de igual manera, si hacemos una proyección de este valor y aumentamos 10 veces las proporciones del atrapanieblas de 4 m<sup>2</sup> a 40 m<sup>2</sup> se podrían obtener en el mismo tiempo 650,2 L de agua.

Para el cálculo de los índices de contaminación se implementó la herramienta computacional “ICATest v1.0” la cual, facilita el cálculo de los índices en estudio, esta herramienta se divide por países donde para cada uno establece específicamente el cálculo de ciertos índices, para este caso en particular se calculó por medio de esta herramienta el Índice de Contaminación por Mineralización-ICOMI, el cual requiere el valor de los parámetros de conductividad, dureza y alcalinidad, el Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS solicitando el parámetro de Sólidos Suspendidos y el índice de Contaminación por Materia Orgánica-ICOMO, donde se requieren los parámetros de DBO<sub>5</sub>, Coliformes Fecales y Oxígeno Disuelto y el Índice de Calidad del Agua-ICA. A continuación se mencionan los resultados obtenidos para cada índice calculado:

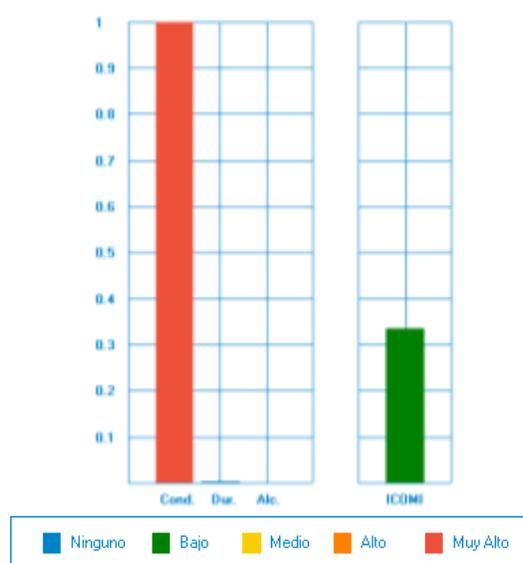
**Tabla 22**

*Resultados para el cálculo del Índice de contaminación por mineralización-ICOMI en los distintos sistemas piloto*

ICOMI	Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO	Vereda "Llano Alto", Aguas Claras	Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo	
Número de muestra	Muestra 2	Muestra 2	Muestra 2	Muestra 3
Número de Parámetros	3	3	3	3
Valor del Índice	0,334	0,382	0,333	0,333
Grado de contaminación	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Rango	0,2-0,4	0,2-0,4	0,2-0,4	0,2-0,4
Escala de Color	Verde	Verde	Verde	Verde

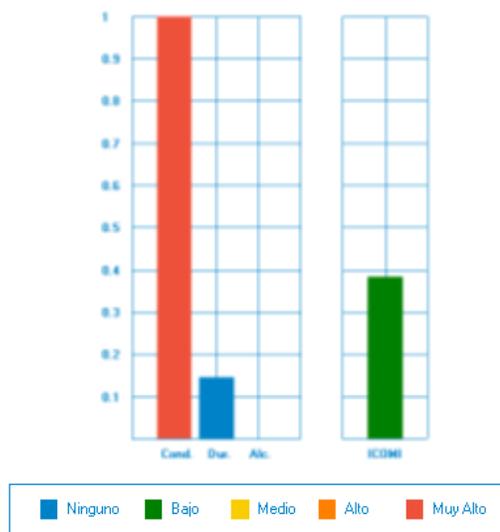
Fuente: (Autores, 2020).

A partir de lo expuesto en la Tabla 22 podemos inferir que todos los resultados de las distintas muestras tomadas para cada uno de los sistemas pilotos se encuentran ubicadas dentro del rango de 0,2- 0,4 arrojándonos un grado de contaminación bajo, ubicándose en el color verde dentro la escala de color.



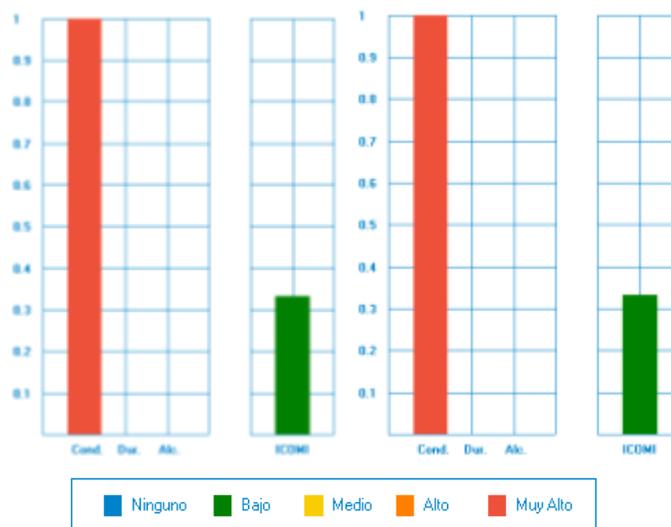
**Figura 10.** Representación gráfica del ICOMI para la muestra 2 del atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO. Fuente: (Autores, 2020).

Podemos notar evidentemente que el valor de conductividad es bastante elevado en comparación con la dureza y alcalinidad considerándose insignificantes, aun así, el resultado final del ICOMI para la muestra 2 del atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO, presenta un grado de contaminación bajo.



**Figura 11.** Representación gráfica del ICOMI para la muestra 2 del atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras. Fuente: (Autores 2020).

La muestra 2 tomada del sistema piloto Vereda "Llano Alto", Aguas Claras como podemos notar en el gráfico anterior presenta el valor máximo que puede tomar el parámetro de conductividad, por otro lado, el valor de la dureza que aunque presenta un valor mayor que la alcalinidad, aun podría considerarse insignificante con respecto a la conductividad, arrojando un resultado bajo para el grado de contaminación en este sistema piloto.



**Figura 12.** Representación gráfica del ICOMI para la muestra 2 y 3 del atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo. Fuente: (Autores, 2020).

Podemos deducir basados en la figura 12 que el único valor representativo en las muestras 2 y 3 del atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo es la conductividad, arrojando resultados para el grado de contaminación de este sistema piloto clasificados como bajo para cada una de sus muestras.

**Nota.** La conductividad es el reflejo de mineralización de las aguas, debido al movimiento de partículas cargadas eléctricamente; que en su mayoría son iones provenientes de ácidos y sales en las fuentes hídricas. Así mismo, la alcalinidad es un indicador de productividad en las aguas, debido a que mide la capacidad del agua para aceptar iones de hidrógeno, la cual es determinada por las concentraciones de bicarbonato, carbonato e hidroxilo. Por último, la dureza indica el nivel de minerales formados por compuestos como calcio y magnesio; las aguas duras poseen problemas de limpieza, debido a que no se produce suficiente espuma en los jabones (Zabala, 2018).

**Tabla 23**

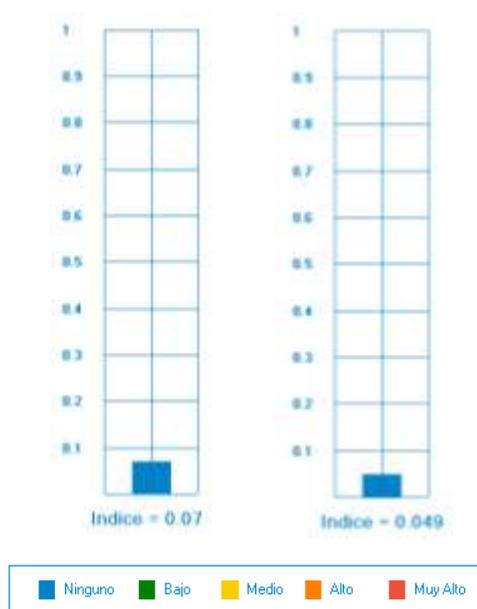
*Resultados para el cálculo del índice de contaminación por Sólidos Suspendidos- ICOSUS en los distintos sistemas piloto*

ICOSUS	Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO		Vereda "Llano Alto", Aguas Claras		Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Número de Parámetros	1	1	1	1	1	1	1

<b>Valor del Índice</b>	0,07	0,049	0,049	0	0	0	0,13
<b>Grado de contaminación</b>	Ninguno						
<b>Rango</b>	0-0,2	0-0,2	0-0,2	0-0,2	0-0,2	0-0,2	0-0,2
<b>Escala de Color</b>	Azul						

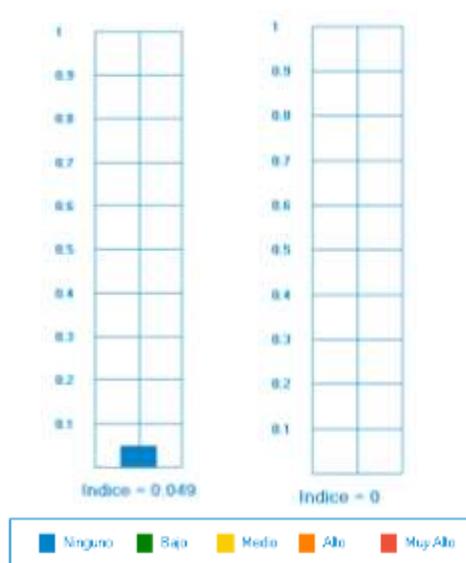
Fuente: (Autores, 2020).

La tabla 23 nos muestra los resultados para el cálculo del índice de contaminación por Sólidos Suspendidos para cada uno de los atrapanieblas en estudio, de donde podemos observar que todos los resultados se encuentran ubicados dentro del rango 0-0,2 clasificando el grado de contaminación de estas muestras como “Ninguno” y ubicándose dentro de la escala de color en el color azul.



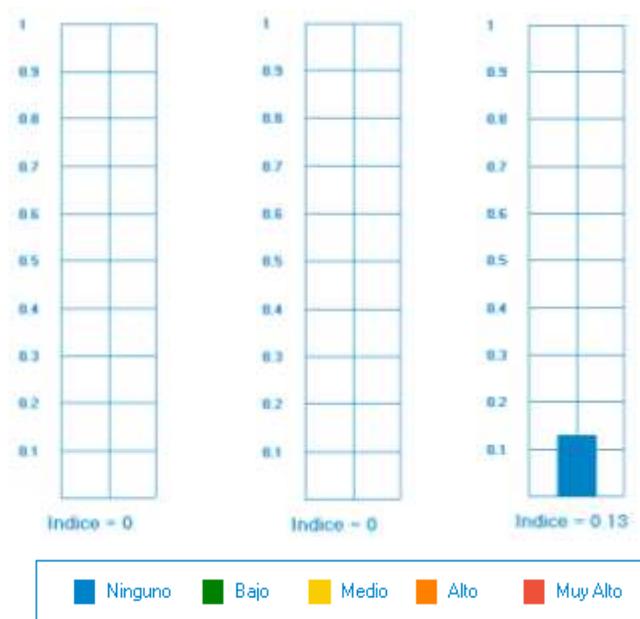
**Figura 13.** Representación gráfica del ICOSUS para la muestra 1 y 2 del atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO. Fuente: (Autores, 2020).

Las dos muestras del atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO presentan valores muy pequeños para este índice, por lo cual, ambas son ubicadas dentro del grado de contaminación "Ninguno".



**Figura 14.** Representación gráfica del ICOSUS para la muestra 1 y 2 del atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras. Fuente: (Autores, 2020).

En esta gráfica podemos observar que la muestra 1 del atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras presenta un valor del ICOSUS el cual, no es muy elevado pero sí mayor que el de la muestra 2 que presenta un valor de 0, ubicándose ambas muestras dentro del grado de contaminación "Ninguno".



**Figura 15.** Representación gráfica del ICOSUS para la muestra 1,2 y 3 del atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo. Fuente: (Autores, 2020).

Las muestras 1 y 2 del atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo no arrojan ningún valor para el ICOSUS, por el contrario, la muestra 3 de este sistema piloto obtiene un valor aunque este no sea muy significativo, ubicando estas 3 muestras dentro del grado de contaminación "Ninguno".

**Nota.** El ICOSUS, Se determina mediante la concentración de sólidos suspendidos; estos solo están relacionados con compuestos inorgánicos y son los responsables de impurezas visibles. Las causas principales de la aparición de este parámetro son los procesos erosivos y extractivos; en efecto, las altas concentraciones de sólidos suspendidos perjudica los ecosistemas acuáticos, debido a que estos producen una reducción de la penetración de la luz, lo cual impide el proceso de la fotosíntesis (Zabala, 2018).

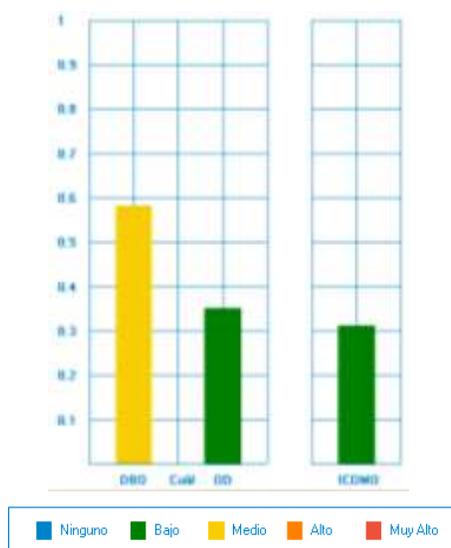
**Tabla 24**

*Resultados para el cálculo del Índice de Contaminación por Materia Orgánica-ICOMO en los distintos sistemas piloto*

ICOMO	Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO	Vereda "Llano Alto", Aguas Claras	Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo	
Número de muestra	Muestra 2	Muestra 2	Muestra 2	Muestra 3
Número de Parámetros	3	3	3	3
Valor del Índice	0,311	0,345	0,285	0,458
Grado de contaminación	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Rango	0,2-0,4	0,2-0,4	0,2-0,4	0,4-0,6
Escala de Color	Verde	Verde	Verde	Amarillo

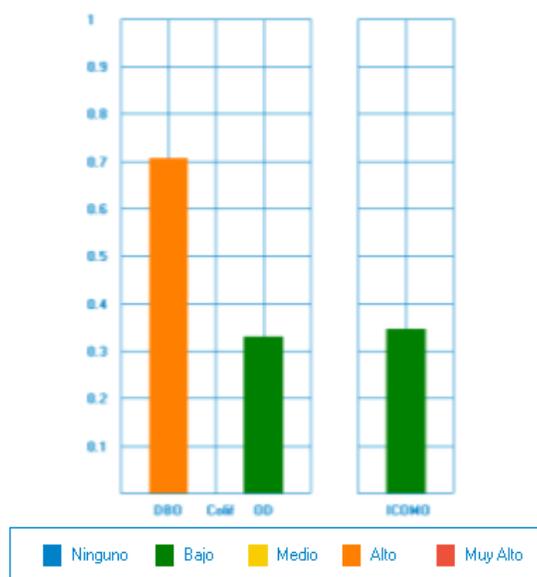
Fuente: (Autores, 2020).

Basados en la Tabla 24, podemos observar que las muestras 2 de cada uno de los atrapanieblas arrojan valores del índice que se ubican dentro del rango de 0,2 -0,4, lo cual significa que presentan un grado de contaminación Bajo, encontrándose dentro de la escala de color, en el color Verde, Por otra parte, se encuentra la muestra 3 del atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo, la cual arroja un valor del índice ubicado dentro del rango de 0,4-0,6 con un grado de contaminación medio y una escala de color amarillo.



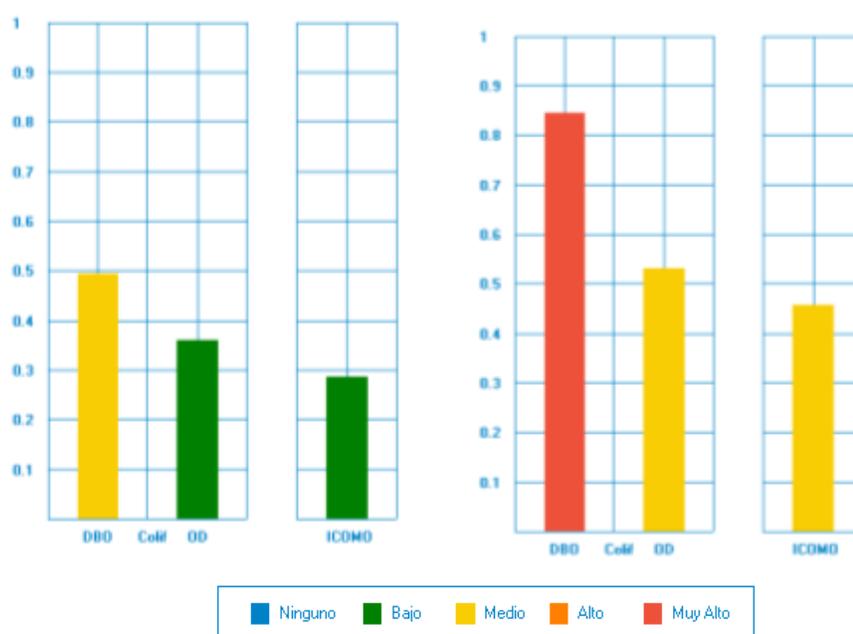
**Figura 16.** Representación gráfica del ICOMO para la muestra 2 del atrapanieblas Jardín Botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas", UFPSO. Fuente: (Autores, 2020).

En la Figura 16 podemos interpretar, que el valor de DBO<sub>5</sub> se clasifica dentro de la escala de color, en el color Amarillo, por el contrario el valor de Oxígeno Disuelto es ubicado dentro de esta escala en el color verde, Finalmente el valor del ICOMO arroja un rango de contaminación Bajo para esta muestra dentro de la escala de color Verde.



**Figura 17.** Representación gráfica del ICOMO para la muestra 2 del atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras. Fuente: (Autores, 2020).

La muestra 2 del atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras presenta un valor considerable de  $DBO_5$  ubicándose en la escala de color dentro del color Naranja que significa que posee un grado de contaminación alto, Por otra parte, el valor de Oxígeno Disuelto se encuentra dentro de la escala de color, en el color verde con un grado de contaminación Bajo, Finalmente el ICOMO para esta muestra, arroja un grado de contaminación Bajo ubicada dentro de la escala de color, en el color Verde.



**Figura 18.** Representación gráfica del ICOMO para la muestra 2 y 3 del atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo. Fuente: (Autores, 2020).

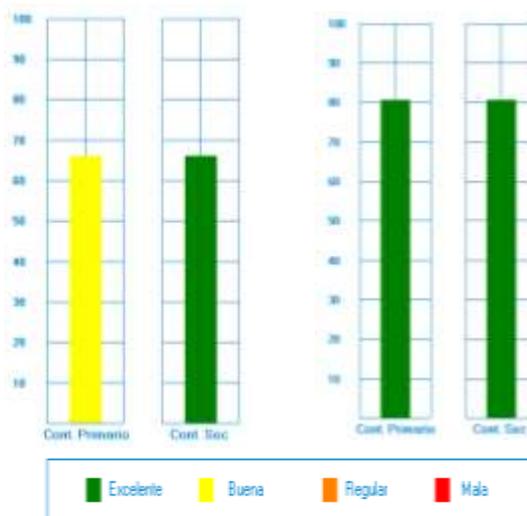
Podemos deducir de la Figura 18, que en la muestra 2 de este atrapanieblas, se presenta un valor de  $DBO_5$  ubicado en la escala de color, en el color Amarillo lo que significa que posee un grado de contaminación medio, en cuanto al valor de Oxígeno Disuelto, este presenta un grado de contaminación bajo, ubicado en la escala de color, en el color Verde, aun así el ICOMO de esta muestra presenta un grado de Contaminación final Bajo, ubicado en la escala dentro del color



Escala de Color	Verde						
-----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

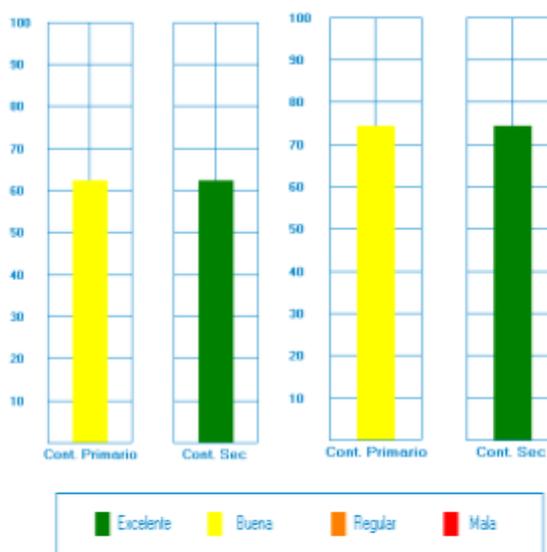
Fuente: (Autores, 2020).

De la tabla 25 podemos inferir, que con respecto a el contacto primario, las muestras 2 de los atrapanieblas Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, UFPSO y Finca “La Laguna”, Pueblo Nuevo, presentan valores del Índice de Calidad del Agua que se encuentran entre el rango de 75,1-100, ubicándose en la escala de color, en el color Verde, es decir, que estas muestras presentan una calidad del agua catalogada como Excelente; Por otra parte, las muestras restantes presentan un valor del Índice que se encuentra entre el rango de 50,1-75, ubicándose dentro de la escala de color, en el color Amarillo, lo cual indica que la calidad del agua de estas muestras es Buena. De igual manera, podemos observar que la totalidad de las muestras con respecto al contacto secundario se encuentra dentro del rango que va de 4,1-100, ubicándose en el color Verde, dentro de la escala de color, indicándonos que la calidad del agua de todas las muestras es Excelente.



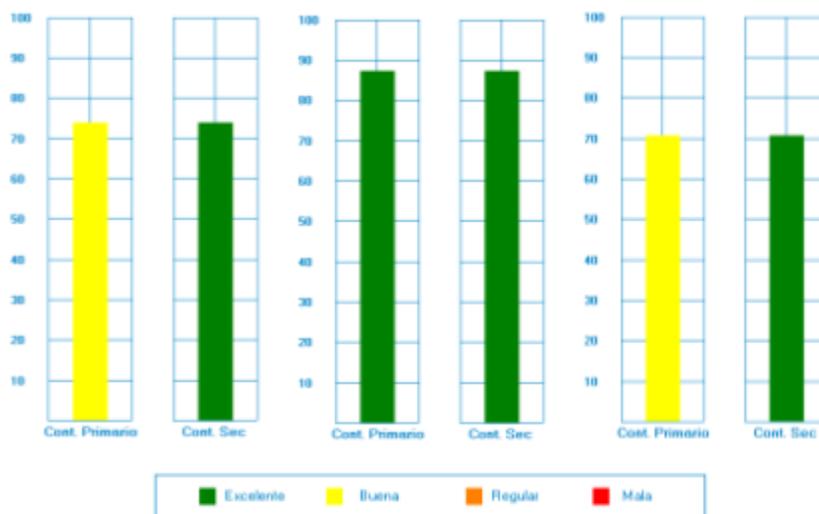
**Figura 19.** Representación gráfica del ICA para la muestra 1 y 2 del atrapanieblas Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, UFPSO. Fuente: (Autores, 2020).

Podemos observar, que la muestra 1 de este sistema piloto, en cuanto al contacto primario, presenta un valor del índice que lo posiciona dentro de la escala de color Amarillo, es decir, que la calidad del agua de esta muestra es Buena, Por otra parte, podemos notar que la muestra 2 en su totalidad y el contacto secundario de la muestra 1, presentan valores del índice que las ubica dentro de la escala de color, en el color Verde , indicándonos que la calidad del agua de estas muestras es Excelente.



**Figura 20.** Representación gráfica del ICA para la muestra 1 y 2 del atrapanieblas Vereda "Llano Alto", Aguas Claras. Fuente: (Autores, 2020).

A partir de la figura 20, podemos deducir que ambas muestras de este sistema piloto, presentan valores del índice con respecto al contacto primario que las ubican dentro de la escala de color, en el color Amarillo, es decir que la calidad del agua en este aspecto es Buena, así mismo, ambas muestras en el contacto secundario presentan índices que las posicionan en el color Verde de la escala de color, indicando que la calidad del agua en estas muestras para el contacto secundario es Excelente.



**Figura 21.** Representación gráfica del ICA para la muestra 1,2 y 3 del atrapanieblas Finca "La Laguna", Pueblo Nuevo. Fuente: (Autores, 2020).

Finalmente, con respecto a las muestras del atrapanieblas ubicado en el corregimiento de Pueblo Nuevo, Observamos que la muestra 1 y 3 en su contacto primario, presentan valores del índice que las ubican en la escala de color dentro del color Amarillo, indicándonos que la calidad del agua de estas muestras es Buena, Por otra parte, la muestra 2 en sus dos contactos y las muestras 1 y 3 en su contacto secundario, presentan Índices de Calidad del Agua que las posicionan en el color Verde dentro de la escala de color, es decir, que la calidad del agua de estas muestras es catalogada como Excelente.

**Nota.** El Índice de Calidad del Agua es el valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco o seis variables, registradas en una estación de monitoreo  $j$  en el tiempo  $t$  (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], s.f.).

Otro aspecto a tener en cuenta en los resultados obtenidos fueron las variables atmosféricas, la cuales fueron analizadas mediante el software XLSTAT de Excel utilizando el modelo estadístico llamado “ANOVA”.

**Nota.** Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales. Los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores (Minitab 19, s.f.).

**Tabla 26**

*Análisis de Varianza de las variables atmosféricas*

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Modelo	5	269737.821	53947.564	1700.437	< <b>0,0001</b>
Error	288	9137.003	31.726		
Total corregido	293	278874.823			
<i>Calculado contra el modelo</i>					
<i>Y=Media(Y)</i>					

Fuente: (Autores, 2020).

Basados en la Tabla 26, se presenta un resumen de la variabilidad, en donde si el valor de Pr es menor a 0,05 esto nos indica que dicha varianza entre las variables en estudio es Significativa, por el contrario, si este valor es superior a 0,05 la varianza será No Significativa.

En nuestro caso, la tabla anterior nos muestra que sí existe una varianza significativa la cual, será especificada en la siguiente tabla.

**Tabla 27**

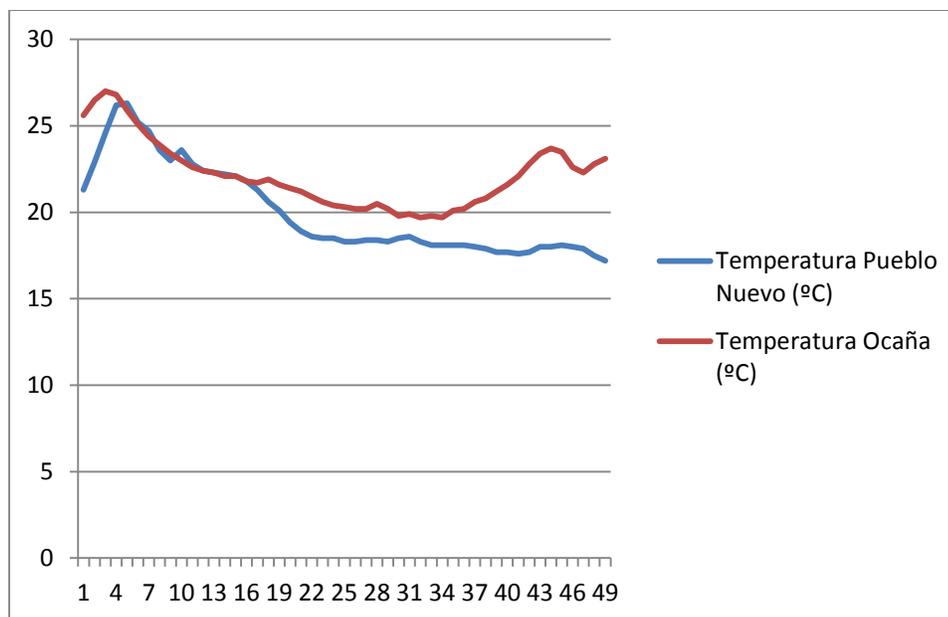
*Variables/ Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza de 95%*

<b>Contraste</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Diferencia estandarizada</b>	<b>Valor crítico</b>	<b>Pr &gt; Dif</b>	<b>Significativo</b>
Humedad Pueblo Nuevo vs Humedad Ocaña	5.633	4.950	2.869	< <b>0,0001</b>	Sí
Temperatura Ocaña vs Temperatura Pueblo Nuevo	2.122	1.865	2.869	0.426	No
Punto de Rocío Ocaña vs Punto de Rocío Pueblo Nuevo	1.112	0.977	2.869	0.925	No
Valor crítico del d de Tukey:			4.057		

Fuente: (Autores, 2020).

A partir de la tabla 27, podemos deducir que el contraste entre las variables de humedad de estos dos sectores nos arroja un valor de Pr inferior a 0,05, es decir, que la varianza entre estos dos aspectos es considerada significativa, Por el contrario el contraste entre temperaturas y Punto de Rocío nos arroja un valor de Pr superior a 0,05 indicando una varianza no significativa.

**Nota.** La prueba de Tukey es un modelo estadístico en donde se calcula una única diferencia crítica para realizar todas las comparaciones entre las medias de las variables (Fallas, 2012).



**Figura 22.** Representación Gráfica de las temperaturas en el corregimiento de Pueblo Nuevo y Ocaña. Fuente: (Autores, 2020).

En la Figura 22, podemos observar y comprobar que efectivamente entre las variables de temperatura de estas dos zonas no se presenta una diferencia significativa ya que ambos monitoreos entre variables toman comportamientos similares en la gráfica.

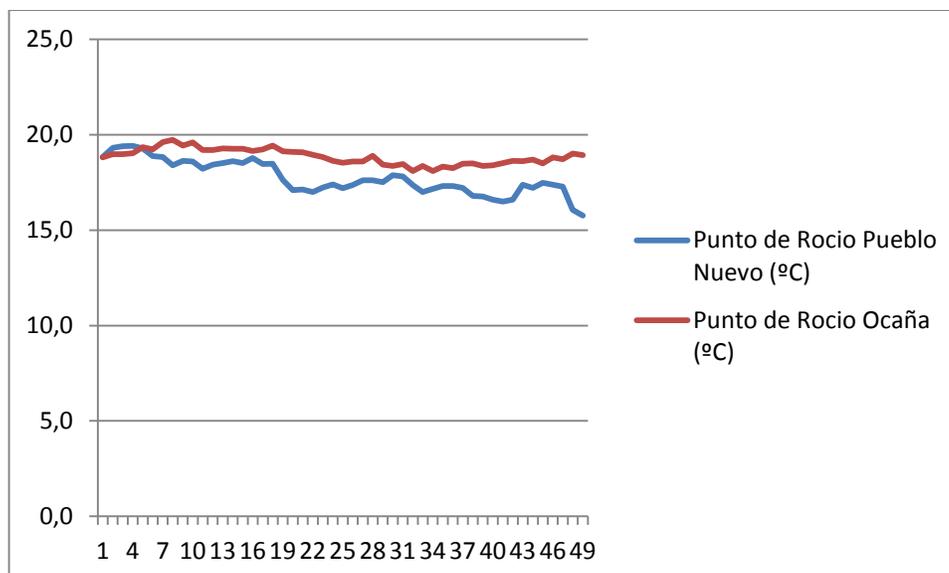
**Tabla 28**

*Temperatura Máxima y Mínima en el corregimiento de Pueblo Nuevo y Ocaña*

Temperatura(°C)	Pueblo Nuevo	Ocaña
<b>Máxima</b>	26,3	27
<b>Mínima</b>	17,2	19,7

Fuente: (Autores, 2020).

En este sentido, los valores máximos y mínimos de temperatura nos corroboran que no existe una varianza significativa entre los dos sitios.



**Figura 23.** Representación gráfica de los Puntos de Rocío en el corregimiento de Pueblo Nuevo y Ocaña. Fuente: (Autores, 2020).

Podemos observar en la Figura 23, que los valores para la variable de Punto de Rocío en estos dos sitios presentan comportamientos similares en la gráfica expuesta, por lo que se puede verificar que efectivamente no se presenta una diferencia significativa entre estos datos.

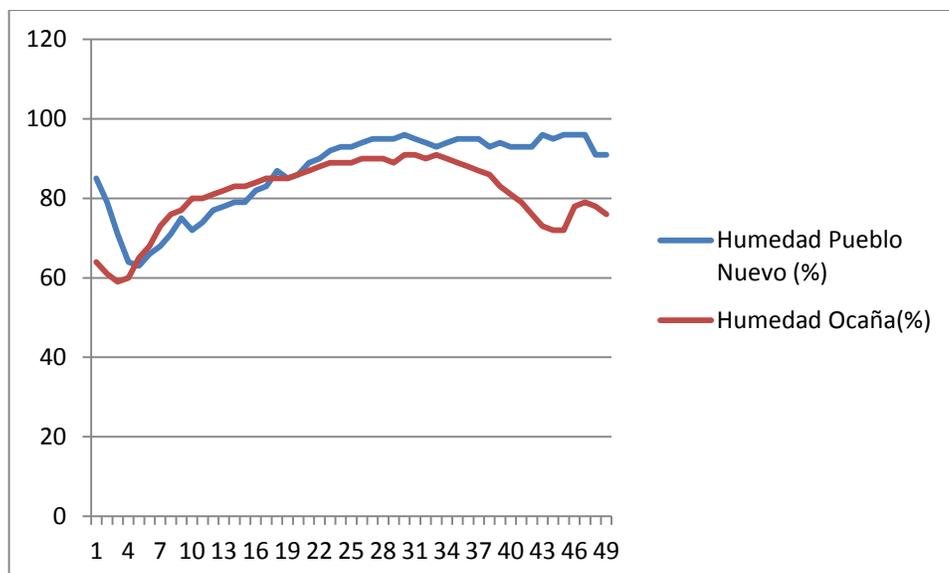
**Tabla 29**

*Punto de Rocío Máximo y Mínimo en el corregimiento de Pueblo Nuevo y Ocaña*

Punto de Rocío (°C)	Pueblo Nuevo	Ocaña
<b>Máximo</b>	19,4	19,7
<b>Mínimo</b>	15,7	18

Fuente: (Autores, 2020).

Por medio de los Puntos de Rocío Máximos y Mínimos, nos cercioramos del comportamiento que presenta la gráfica anterior y comprobamos que entre estos sectores no se presenta una diferencia significativa en cuanto a los Puntos de Rocío.



**Figura 24.** Representación gráfica de la Humedad en el corregimiento de Pueblo Nuevo y Ocaña. Fuente: (Autores, 2020).

Con respecto a la Figura 24, se puede analizar que los valores para la Humedad en estos dos sectores presentan comportamientos diferentes. En donde en ciertos puntos, se dan valores distantes, permitiéndonos deducir que hay una varianza significativa.

**Tabla 30**

*Humedad Máxima y Mínima en el corregimiento de Pueblo Nuevo y Ocaña*

Humedad (%)	Pueblo Nuevo	Ocaña
<b>Máxima</b>	96	91
<b>Mínima</b>	63	59

Fuente: (Autores, 2020).

Podemos comprobar por medio de la Tabla 30, que efectivamente se presenta una variabilidad significativa entre estos dos sectores con respecto a la humedad.

En definitiva, nuestros factores de éxito se presentaron en el atrapanieblas Finca “La Laguna” Pueblo Nuevo, en donde en primer lugar, fue el sector que más se asemejaba a las condiciones climatológicas y de topografía estándares necesarias y óptimas para la instalación de este sistema piloto.

En segundo lugar, la calidad del agua de las tres muestras tomadas de este sector fue categorizada como Regular basados en la normatividad RAS 2000 (Decreto 1594 de 1984, en donde se establecen los valores máximos permisibles para la destinación en el uso del agua cruda), Los índices de Contaminación y el Índice de Calidad del agua que categoriza la calidad del agua de este atrapanieblas como Buena.

En tercer lugar, en cuanto al factor de cantidad del agua recolectada por el sistema, se observa que fue el mayor volumen recolectando en el menor tiempo de funcionamiento, captando 65,02 L de agua en 3 meses y medio, es importante mencionar que en caso hipotético, en donde se cuente con un atrapanieblas con dimensiones reales (180 m<sup>2</sup>), se podrían obtener 2926 L de agua en el mismo tiempo, lo cual, si es almacenado podría ser utilizada como alternativa de abastecimiento de agua en comunidades con déficit en esta necesidad básica, ante la escasez actual del recurso hídrico apto para el consumo humano.

Finalmente, con respecto a la variables atmosféricas estudiadas, se comprobó que la variable de humedad representa el factor de éxito en este aspecto, presentando una variabilidad significativa, lo cual, es peculiar en el corregimiento de Pueblo Nuevo por ser una zona montañosa, cuya presencia de humedad es elevada que junto al flujo de aire caliente (sotavento) que proviene de la zona urbana de Ocaña, el cual, asciende y choca con el aire frío (barlovento)

presente en la cima de Pueblo Nuevo propicia la condensación de la humedad (Punto de Rocío) generando así la niebla que se da en esta zona.

## Capítulo 5: Conclusiones

A modo de cierre se concluye que los sectores con conveniencia técnica para la implementación de sistemas de captación de agua horizontal deben presentar las siguientes características, deben ser zonas elevadas con respecto al nivel del mar y semi despejadas con referencia a la cobertura vegetal, esto con el fin de que la cobertura arbórea no actúe como especie de un atrapanieblas, captando la niebla sin conducirla hacia un tanque de almacenamiento; Así mismo, deben ser zonas rurales, esto con el objeto de minimizar el nivel de contaminación que puede afectar la calidad del agua que pudiese ser captada, Por otra parte, la temperatura debe estar en un rango templado con poca variación de la misma, evitando que por acción de altas temperaturas las gotas que han sido captadas sean evaporadas, En cuanto a la topografía, debe ser un terreno colinado con pendiente entre los 15 y 30 grados, Referente al viento, estos no pueden ser muy fuertes, ya que de lo contrario las gotas que han sido captadas por el atrapanieblas serían removidas, finalmente, otro factor importante para la producción de la niebla es la presencia de la humedad; por las razones anteriormente mencionadas se seleccionaron como sitios de instalación de nuestros sistemas pilotos el corregimiento de Pueblo Nuevo, Aguas Claras y el Jardín Botánico de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña; de los cuales quien presentó mayor similitud a los requerimientos técnicos fue el corregimiento de Pueblo Nuevo.

En este orden de ideas, concluimos que los volúmenes que pueden ser captados por medio de esta tecnología, están ligados a la ubicación de estos y a las condiciones meteorológicas de la zona en donde se sitúe, es por esta razón que el sistema que obtuvo mayor volumen fue el instalado en el corregimiento de Pueblo Nuevo, en el cual, se obtuvo 65,02 L de agua en aproximadamente 3 meses y medio a diferencia del sistema instalado en el

Jardín Botánico de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, en el cual se obtuvo 52,66 L de agua en aproximadamente 6 meses. Es de tener en cuenta que estos volúmenes pueden llegar a suplir necesidades básicas de una comunidad al momento de aumentar las dimensiones estructurales de estos sistemas y la cantidad de los prototipos instalados.

Por otra parte, la calidad del agua cruda que fue captada es catalogada como regular basados en la normatividad (Decreto 1594 de 1984, en donde se establecen los valores máximos aceptables para la destinación en el uso del agua cruda y el RAS 2000 título B) , los Índices de Contaminación y el Índice de Calidad del Agua aplicados para esta determinación indican que la calidad del agua es buena, esto es influenciado por la ubicación de los sistemas en zonas rurales, llegando a concluir que los usos que se pueden estipular para estas aguas van desde el consumo humano y doméstico con aplicación de tratamiento convencional, uso agrícola, uso pecuario, uso recreativo entre otros.

Finalmente podemos concluir, que según el análisis de factores de éxito, en el cual, se tuvo en cuenta la calidad y la cantidad de agua obtenida en cada uno de los sistemas, se considera que aunque los tres sistemas presentaron una calidad de agua apta para ser potabilizada, el caso exitoso se da en el sistema instalado en el corregimiento de Pueblo Nuevo en el cual se obtuvo un mayor rendimiento y volumen, esto debido a una de sus variables atmosféricas como es la humedad que se presenta el lugar, lo que marcó la diferencia con respecto a los otros dos puntos seleccionados.

## Capítulo 6: Recomendaciones

En caso de que se pretendan instalar un conjunto de atrapanieblas, se debe tener en cuenta la pendiente de la ladera, se recomienda que esta se encuentre entre los 15 y 30 grados ya que de esta manera se permite instalar los sistemas en distancias cortas y en paralelo, evitando que los más bajos interrumpen la posible captación de agua de los ubicados a mayor altura.

Se recomienda que previo a la instalación de un atrapanieblas (Neblinómetro), es oportuna la utilización de un pluviómetro con el fin de monitorear el agua disponible en un determinado lugar, sabiendo que el pluviómetro es usado para la medición de la lluvia, de esta manera se podría diferenciar entre la acumulación de lluvia y la acumulación de niebla, igualmente, se recomienda la utilización de una veleta con el fin de determinar la dirección predominante del viento y así instalar el atrapanieblas perpendicular a esta dirección, en ese sentido, es importante determinar la velocidad del viento a partir de un anemómetro para predecir las cargas que deberá soportar la estructura del sistema.

A nivel estructural, se sugiere la utilización de doble malla, para evitar la ruptura de esta por acción de los vientos, Así mismo, la malla debe estar situada dentro de la canaleta, buscando de esta manera, que no se pierda agua.

En cuanto a la recolección y procesamiento de datos atmosféricos, es recomendable contar con varias opciones para el suministro de esta información, evitando la pérdida de datos, por estar sujetos a una sola fuente.

Se aconseja realizar un seguimiento de las variables meteorológicas por un periodo mínimo de 1 año, esto con el objeto de conocer los valores de las variables en estudio en

épocas donde se presenta fenómeno de la niña y niño, y así, tener mejores bases para los modelos estadísticos y las proyecciones.

Si se desean obtener mejor resultados, se recomienda construir una estructura 3D, buscando de esta manera, captar la niebla que se presenta en todas las direcciones posibles.

## Referencias

- Anonimo. (s.f.). *Manual sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para Uso Doméstico y Consumo Humano*. Recuperado (03 de Marzo de 2017) de:  
<http://www.edpcollege.info/ebooks-pdf/cap1.pdf>
- Cereceda, P., Hernández, P. & Leiva, J. (2014). *Agua de Niebla, Nuevas tecnologías para el desarrollo sustentable en zonas áridas y semiáridas*. Recuperado (15 de Marzo de 2018) de: <http://www.cda.uc.cl/wp-content/uploads/2015/12/Libro-Agua-de-Niebla-1.pdf>
- Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. (18 de Diciembre de 1974). [Decreto 2811 de 1974]. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:  
[http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto\\_2811\\_de\\_1974.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf)
- Congreso de Colombia. (16 de Diciembre de 1959). [Ley 2 de 1959]. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:  
[http://www.ideam.gov.co/documents/24024/26915/C\\_Users\\_hbarahona\\_Desktop\\_Monica+R\\_normas+pag+web\\_ley+2+de+1959.pdf/11ec7647-b090-4ce2-b863-00b27766edf8](http://www.ideam.gov.co/documents/24024/26915/C_Users_hbarahona_Desktop_Monica+R_normas+pag+web_ley+2+de+1959.pdf/11ec7647-b090-4ce2-b863-00b27766edf8)
- Congreso de Colombia. (24 de Enero de 1979). Código Sanitario Nacional. [Ley 9 de 1979].  
Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:  
[http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/ley\\_9\\_1979.Codigo%20Sanitario%20Nacional.pdf](http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/ley_9_1979.Codigo%20Sanitario%20Nacional.pdf)
- Congreso de Colombia. (6 de Junio de 1997). [Ley 373 de 1997]. DO: 43.058. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:  
[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley\\_0373\\_1997.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf)

Congreso de Colombia. (19 de Diciembre de 1973). [Ley 23 de 1973]. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de: [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/leyes/2a-ley\\_0023\\_1973.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/leyes/2a-ley_0023_1973.pdf)

Constitución Política de Colombia. (4 de Julio de 1991). Recuperado (19 de Marzo de 2019) de: <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/Constitucion-Politica-Colombia-1991.pdf>

DB-city. (2018). *Información Ocaña*. Recuperado (16 de Marzo de 2018) de: <http://es.db-city.com/Colombia--Norte-de-Santander--Oca%C3%B1a>

Fallas,J. (2012). *ANÁLISIS DE VARIANZA, comparando tres o más medias*. Recuperado (23 de Enero de 2020) de: [http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/analisis\\_de\\_varianza\\_2012.pdf](http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/analisis_de_varianza_2012.pdf)

FogQuest. (2006). Sustainable Water Solutions. *Guatemala- Tojquia*. Recuperado (22 de Febrero de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/current-projects/tojquia/>

FogQuest. (2010). Sustainable Water Solutions. *Etiopía*. Recuperado (22 de Febrero de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/pending-projects/ethopia/>

FogQuest. (2007). Sustainable Water Solutions. *Chile-Atacama*. Recuperado (22 de Febrero de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/current-projects/chile-atacama/>

FogQuest. (2001). Sustainable Water Solutions. *Chile-Falda Verde*. Recuperado (22 de Febrero de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/current-projects/chile-falda-verde/>

FogQuest. (2001). Sustainable Water Solutions. *Nepal*. Recuperado (22 de Febrero de 2018) de:

<http://www.fogquest.org/project-information/current-projects/nepal/>

FogQuest. (2005). Sustainable Water Solutions. *Eritrea*. Recuperado (22 de Febrero de 2018) de:

<http://www.fogquest.org/project-information/current-projects/eritrea/>

FogQuest. (2006). Sustainable Water Solutions. *Morocco*. Recuperado (22 de Febrero de 2018)

de: <http://www.fogquest.org/project-information/current-projects/morocco/>

FogQuest. (2010). Sustainable Water Solutions. *Israel*. Recuperado (22 de Febrero de 2018) de:

<http://www.fogquest.org/project-information/pending-projects/israel/>

FogQuest. (2010). Sustainable Water Solutions. *Chile- Chanavaya*. Recuperado (22 de Febrero

de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/pending-projects/chile/>

FogQuest. (2005). Sustainable Water Solutions. *Chile- Cerro Talinay*. Recuperado (22 de

Febrero de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/projects/chile-cerro-talinay/>

FogQuest. (2004). Sustainable Water Solutions. *Chile- Padre Hurtado*. Recuperado (22 de

Febrero de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/projects/chile-padre-hurtado/>

FogQuest. (2001). Sustainable Water Solutions. *República Dominicana*. Recuperado (22 de

Febrero de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/projects/dominican-republic/>

FogQuest. (1993). Sustainable Water Solutions. *Ecuador*. Recuperado (22 de Febrero de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/projects/ecuador-early-projects/>

FogQuest. (2005). Sustainable Water Solutions. *Guatemala-Lago Atitlán*. Recuperado (22 de Febrero de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/projects/guatemala-lake-atitlan/>

FogQuest. (2002). Sustainable Water Solutions. *Haití Salagnac Plateau*. Recuperado (22 de Febrero de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/projects/haiti-salagnac-plateau/>

FogQuest. (2001). Sustainable Water Solutions. *Namibia*. Recuperado (22 de Febrero de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/projects/namibia-early-projects/>

FogQuest. (1990). Sustainable Water Solutions. *Sultanato de Omán*. Recuperado (22 de Febrero de 2018) de: <http://www.fogquest.org/project-information/projects/sultanate-oman/>

Foro Economico Mundial [WEFORUM]. Recuperado (5 de Marzo de 2018) de: <https://www.weforum.org/es/agenda>

Huertas, J. & Molina, P. (2016). *Estudio de prefactibilidad para la posible implementación de atrapanieblas en el municipio de Ráquira*. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3976/1/MolinaTorresPaulaAndrea2016.pdf>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (s.f.). *Índice de calidad del agua en corrientes superficiales (ICA)*. Recuperado (21 de Enero de 2020) de:

[http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21\\_HM\\_Indice\\_calidad\\_agua\\_3\\_FI.pdf/9d28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031](http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21_HM_Indice_calidad_agua_3_FI.pdf/9d28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031)

Ley General Ambiental de Colombia. (22 de Diciembre de 1993). [Ley 99 de 1993]. DO: 41.146.

Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:

[https://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/colombia/colombia\\_99-93.pdf](https://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/colombia/colombia_99-93.pdf)

Mendoza, B. & Castañeda, F. (2014). *Criterios Metodológicos para la definición de Sistemas de Captación de Aguas con base en Lluvia Horizontal*. Recuperado (16 de Marzo de 2018)

de:

<http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1748/1/Atrapanieblas%20B.%20Mendoza%20F.%20Casta%C3%B1eda.pdf>

Minitab 19. (s.f.). *¿Qué es ANOVA?* Recuperado (23 de Enero de 2020) de:

<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/>

Ministerio de Agricultura. (26 de Junio de 1984). [Decreto 1594 de 1984]. DO: 36.700,

Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:

[https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto\\_1594\\_1984.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_1594_1984.htm)

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (25 de Octubre de 2010). [Decreto 3930 de 2010]. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:

[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec\\_3930\\_2010.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_3930_2010.pdf)

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (29 de Agosto de 2002). [Decreto 3200 de 2008]. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:

[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2008/dec\\_3200\\_2008.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2008/dec_3200_2008.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (28 de Junio de 2012). [Resolución 955 de 2012]. DO: 48.475. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:  
[http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res\\_955\\_2012.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_955_2012.pdf)

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (25 de Febrero de 2010). [Resolución 493 de 2010]. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:  
[http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res\\_493\\_2010.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_493_2010.pdf)

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (26 de mayo de 2009). [Resolución 0941 de 2009]. DO: 47.367. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:  
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/536020/Resoluci%C3%B3n+0941+de+2009.pdf/32ee2e3a-28c0-477a-b3ce-412455cd7454>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (8 de Marzo de 2004). [Resolución 240 de 2004]. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:  
[http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res\\_240\\_2004.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_240_2004.pdf)

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (27 de Noviembre de 2009). [Resolución 2320 de 2009]. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:  
<http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/2320%20-%202009.pdf>

Ministerio de la Protección Social. (17 de Abril de 2008). [Resolución 01303 de 2008]. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:

[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%201303%20DE%202008.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%201303%20DE%202008.pdf)

Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

(22 de Junio de 2007). [Resolución 2115 de 2007]. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:

[http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res\\_2115\\_de\\_2007.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_2115_de_2007.pdf)

Ministerio de Salud. (26 de Julio de 1983). [Decreto 2105 de 1983]. DO: 36.320. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:

[https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto\\_2105\\_1983.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_2105_1983.htm)

Ministerio de Salud Pública. (10 de Marzo de 1998). [Decreto 3200 de 2008]. DO: 43.259.

Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:

[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF)

Norma Técnica Colombiana. (3 de Noviembre de 2004). [NTC- ISO 5667-3]. Recuperado (19 de

Marzo de 2019) de: [http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000140-](http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000140-e3b67e5121/NTC-ISO%205667-03-2004.%20Directrices%20para%20la%20preservacion%20y%20manejo%20de%20muestras.pdf)

[e3b67e5121/NTC-ISO%205667-03-](http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000140-e3b67e5121/NTC-ISO%205667-03-2004.%20Directrices%20para%20la%20preservacion%20y%20manejo%20de%20muestras.pdf)

[2004.%20Directrices%20para%20la%20preservacion%20y%20manejo%20de%20muestras.pdf](http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000140-e3b67e5121/NTC-ISO%205667-03-2004.%20Directrices%20para%20la%20preservacion%20y%20manejo%20de%20muestras.pdf)

Ojeda, E. & Arias, R. (2000). *Informe Nacional sobre la Gestión del Agua en Colombia*.

Recuperado (16 de Marzo de 2018) de:

<https://www.cepal.org/drni/proyectos/samtac/inco00200.pdf>

Osses, P., Schemenauer, R., Cereceda, P., Larrain, H. & Correa C. (1999). *Los Atrapanieblas del Santuario del Padre Hurtado y sus proyecciones en el combate a la Desertificación*.

Recuperado (16 de Marzo de 2018) de:

[http://www.angelfire.com/ex/niebla/pdf/P\\_HURTADO.PDF](http://www.angelfire.com/ex/niebla/pdf/P_HURTADO.PDF)

Quintanilla, G., Morales, F., Aravena J. & Villarroel, G. (2009). *Diseño Generativo Aplicación en Sistemas de Atrapanieblas en el Norte de Chile*. Recuperado (23 de agosto de 2018)

de: <https://es.scribd.com/document/348426675/S2-Dise-o-Generativo-2009-1-pdf>

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Noviembre de 2000).

[RAS-2000]. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:

[http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710\\_ras\\_titulo\\_e\\_.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_e_.pdf)

Rodríguez, B. (2007). *Una visión sostenibilista sobre la escasez del agua dulce en el mundo*.

Recuperado (14 de Marzo de 2018) de:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/4234/Escribano.pdf>

Rubiano, M. (2017). *Colombia hace parte de la mitad del mundo amenazada por la escasez de agua*. [Entrada de Blog]. Recuperado (5 de Marzo de 2018) de:

<http://blogs.elespectador.com/actualidad/el-rio/colombia-parte-la-mitad-del-mundo-amenazada-la-escasez-agua>

Salgado, R. (s.f.). *Atrapanieblas*. Recuperado (12 de Enero de 2019) de:

<https://www.sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/270-numero-31/486-atrapanieblas.html>

- Sánchez, J. (2018). *Atrapanieblas tecnología para el atrapamiento de agua, una experiencia exitosa para las políticas públicas en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima 2018*. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/15678/S%C3%A1nchez\\_CJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/15678/S%C3%A1nchez_CJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Tortajada, C. (s.f.). *El Agua y el Medio Ambiente en las conferencias mundiales de las Naciones Unidas*. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de:  
<https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cda/Publicacion03.pdf>
- Universidad de Pamplona. (s.f.). *Índices de calidad (ICAs) y de Contaminación (ICOs) del agua de importancia mundial, Capítulo III*. Recuperado (16 de Enero de 2020) de:  
[http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home\\_10/recursos/general/pag\\_contenido/libros/06082010/icatest\\_capitulo3.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_10/recursos/general/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo3.pdf)
- Zabala, J. (2018). *Determinación de los índices de calidad y contaminación del agua (ICA e ICOS) sobre tramos superficiales del río de oro y río vetas para el análisis y verificación del cumplimiento de la normatividad colombiana*. Recuperado (18 de Enero de 2020) de:  
<http://www.cdm.gov.co/web/images/Documentacion/sitios%20de%20interes/TESIS%20JUDITH%20ZABALA%20CDMB.pdf>
- Zabalteka & Ner group. (2013). *Captación de Agua de Niebla para Reforestación en Perú y Bolivia -Informe técnico*. Recuperado (16 de Marzo de 2018) de:  
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/B0F868A4B8BAE93705257CBC004FA71A/\\$FILE/1\\_INFORME\\_TECNICO\\_FINAL.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/B0F868A4B8BAE93705257CBC004FA71A/$FILE/1_INFORME_TECNICO_FINAL.pdf)

(27 de Junio de 1977). [Decreto 1449 de 1977]. DO: 34.827. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de: <http://observatorioirsb.org/web/wp-content/uploads/2015/11/decreto-1449-de-1997.pdf>

(31 de Julio de 1989). [Decreto 1700 de 1989]. Recuperado (19 de Marzo de 2019) de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/10/DECRETO-1700-DE-1989.pdf>

## Apéndices

### Apéndice A. Solicitud de información ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

21/11/2020

Correo de Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Radicado 20199050031172



MARIA ALEJANDRA PEÑALOZA VELASQUEZ <mapenalozav@ufpso.edu.co>

#### Radicado 20199050031172

suministro <suministroinfo@ideam.gov.co>  
 Para: mapenalozav@ufpso.edu.co  
 Cc: registroderespuestas@ideam.gov.co

7 de mayo de 2019, 16:05

Señor:

María Alejandra Peñaloza Velásquez

[mapenalozav@ufpso.edu.co](mailto:mapenalozav@ufpso.edu.co)

Ciudad.

Referencia: Solicitud Radicado 20199050031172

En cumplimiento a lo previsto en el artículo 23 de la Constitución Política, artículo 13, 14 y ss. de la ley 1437 del 2011 modificada por la Ley 1755 del 2015, Resolución interna 2628 del 18 de noviembre del 2016 y demás normas concordantes y complementarias, se da respuesta a la solicitud de información allegada; en consecuencia como adjunto encontrará el documento que contiene la información solicitada y disponible a la cual podrá acceder únicamente a través de **WORDPAD O BLOC DE NOTAS (Guarde el archivo ,opción abrir con Block de Notas).**

-

Señor usuario descargando el archivo adjunto, encontrará la información existente en los bancos de datos del IDEAM

Teniendo en cuenta que la solicitud allegada se presenta como solicitud de información; se hace entrega del material disponible para consulta y suministro almacenado en el Banco de Datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.

**Agradecemos no contestar este correo, y en caso de requerir realizar una solicitud adicional efectuarla únicamente siguiendo este enlace <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/pqrs>**

Señor usuario,

Reciba un cordial Saludo del IDEAM.

En nuestros procesos de mejora continua, para nosotros es importante conocer su opinión sobre el servicio.

Por lo cual lo invitamos a diligenciar una pequeña encuesta sobre el servicio, le agradecemos responder, según su apreciación y experiencia.

<https://mail.google.com/mail/u/1?ik=2f3482f32c&view=pt&search=all&permmsgid=msg-f%3A1632908742999708696&simpl=msg-f%3A16329087...> 1/2

21/1/2020

Correo de Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Radicado 20199050031172

**MailScanner has detected definite fraud in the website at "goo.gl". Do not trust this website:**  
<https://goo.gl/forms/1ytG4ySxzj88rOAH2>

Es para nosotros un gusto trabajar por Colombia, por medio del suministro de información técnica científica el servicio de la planificación sectorial y al servicio de cada uno de los ciudadanos como usted.

NOTA: Los requerimientos correspondientes a solicitud de información, son respondidos única y exclusivamente conforme a la información disponible en nuestra base de datos y el IDEAM no se responsabiliza de la interpretación dada por terceros.

El IDEAM pone este material a disposición de los usuarios en forma individual, estando vedado toda comercialización o usufructo de la información aquí contenida.

Atentamente,



Bibiana Lissette Sandoval Báez

Coordinadora Grupo de Atención Al Ciudadano

PBX (571) 352 7160 Ext. 1210 - Línea nacional 018000 110 012  
Calle 25 D No. 96 B - 70 Bogotá D.C.

[www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)

**Proyecto:** Gloria Aceneth Linares Vanegas

atencionalciudadano@ideam.gov.co

3527160 Ext 1212.

Grupo de atención al ciudadano IDEAM .

Bogotá- Colombia

**Radicado : 20199050027862** Recibidos x



suministroinfo@ideam.gov.co  
para mí ▾

📧 lun., 29 abr. 2019 7:34 ☆ ↩ ⋮

Señora:  
MARIA ALEJANDRA PEÑALOZA VELASQUEZ  
[mapienalozav@ufps.edu.co](mailto:mapienalozav@ufps.edu.co)  
Ciudad

Referencia: **Radicado** 20199050027862

En cumplimiento a lo previsto en el artículo 23 de la Constitución Política, artículo 13, 14 y ss. de la ley 1437 del 2011 modificada por la Ley 1755 del 2015, Resolución interna 2628 del 18 de noviembre del 2016 y demás normas concordantes y complementarias, se da respuesta a la solicitud de información allegada; en consecuencia como adjunto encontrará el documento que contiene la información solicitada y disponible a la cual podrá acceder

En referencia a registros de **ESTACION AUTOMATICA 16055120** nos permitimos informarle que estas Constituyen información preliminar; al encontrarse la misma en elaboración significa que no se ha surtido el proceso de validación técnica necesaria, que garantiza la calidad del dato que determina la oficialidad de la información Los datos no validados no pueden utilizarse para la toma de decisiones, como quiera que no se ha agotado el proceso de validación que garantiza la calidad del dato, El IDEAM en el marco de sus funciones y concretamente conforme a lo establecido en el artículo 1.2.1.1 del decreto 1076 del 2015 tiene a su cargo la toma, recolección, proceso y análisis del dato ambiental, como también la generación de información científica y tecnológica; para cumplir con su fin de manera idónea, los datos recolectados previos a ser suministrados al público en general deben validarse, en todo caso, si desea acceder a los datos no validados, usted podrá allegar su requerimiento a través de los canales oficiales para Atención al Ciudadano.

**En tal evento, deberá crear una nueva solicitud indicando los fines para los cuales se utilizará la información y la manifestación expresa refiriendo que las consecuencias que se deriven del uso de estos datos, correrán enteramente bajo la responsabilidad del peticionario.**

Envío catálogo de estaciones para su consulta y próxima solicitud.

Teniendo en cuenta que la solicitud allegada se presenta como solicitud de información; se hace entrega del material disponible para consulta y suministro almacenado en el Banco de Datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.

Teniendo en cuenta que la solicitud allegada se presenta como solicitud de información; se hace entrega del material disponible para consulta y suministro almacenado en el Banco de Datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.

**Agradecemos no contestar este correo, y en caso de requerir realizar una solicitud adicional efectuarla únicamente siguiendo este enlace** <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/pgqs>

Señor usuario,

Reciba un cordial Saludo del IDEAM.

En nuestros procesos de mejora continua, para nosotros es importante conocer su opinión sobre el servicio.

Por lo cual lo invitamos a diligenciar una pequeña encuesta sobre el servicio, le agradecemos responder, según su apreciación y experiencia.

**MailScanner has detected definite fraud in the website at "goo.gl". Do not trust this website:** <https://goo.gl/forms/1ytG4ySxzj88rOAH2>

Es para nosotros un gusto trabajar por Colombia, por medio del suministro de información técnica científica el servicio de la planificación sectorial y al servicio de cada uno de los ciudadanos como usted.

NOTA: Los requerimientos correspondientes a solicitud de información, son respondidos única y exclusivamente conforme a la información disponible en nuestra base de datos y el IDEAM no se responsabiliza de la interpretación dada por terceros.

El IDEAM pone este material a disposición de los usuarios en forma individual, estando vedado toda comercialización o usufructo de la información aquí contenida.

Atentamente,



**Bibiana Lissette Sandoval Báez**

Coordinadora Grupo de Atención Al Ciudadano

PBX (571) 352 7160 Ext. 1210 - Línea nacional 018000 110 012

Calle 25 D No. 96 B - 70 Bogotá D.C.

[www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)

## 2 archivos adjuntos



**Radicado 20199050031202** Recibidos x



suministro <suministroinfo@ideam.gov.co>  
para mí, registroderespuestas ▾

mié., 8 may. 2019 10:03 ☆ ↶ ⋮

Señor:

**Carlos Mario Peñaloza Velásquez**

[cmpenalozav@ufps.edu.co](mailto:cmpenalozav@ufps.edu.co)

Ciudad.

Referencia: Solicitud **Radicado 20199050031202**

En cumplimiento a lo previsto en el artículo 23 de la Constitución Política, artículo 13, 14 y ss. de la ley 1437 del 2011 modificada por la Ley 1755 del 2015, Resolución interna 2628 del 18 de noviembre del 2016 y demás normas concordantes y complementarias, se da respuesta a la solicitud de información allegada; en consecuencia como adjunto encontrará el documento que contiene la información solicitada y disponible a la cual podrá acceder **únicamente a través de WORDPAD O BLOC DE NOTAS (Guarda el archivo en su equipo ,opción abrir con Block de Notas).**

**Señor usuario** descargando el archivo adjunto, encontrara la **información existente** en los bancos del datos del IDEAM

Teniendo en cuenta que la solicitud allegada se presenta como solicitud de información; se hace entrega del material disponible para consulta y suministro almacenado en el Banco de Datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.

**Agradecemos no contestar este correo, y en caso de requerir realizar una solicitud adicional efectuarla únicamente siguiendo este enlace** <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/pqrs>

Señor usuario,

Reciba un cordial Saludo del IDEAM.

En nuestros procesos de mejora continua, para nosotros es importante conocer su opinión sobre el servicio.

Por lo cual lo invitamos a diligenciar una pequeña encuesta sobre el servicio, le agradecemos responder, según su apreciación y experiencia.

**MailScanner has detected definite fraud in the website at "goo.gl". Do not trust this website:** <https://goo.gl/forms/1ytG4ySxzj88rOAH2>

Es para nosotros un gusto trabajar por Colombia, por medio del suministro de información técnico científica el servicio de la planificación sectorial y al servicio de cada uno de los ciudadanos como usted.

Es para nosotros un gusto trabajar por Colombia, por medio del suministro de información técnico científica el servicio de la planificación sectorial y al servicio de cada uno de los ciudadanos como usted.

NOTA: Los requerimientos correspondientes a solicitud de información, son respondidos única y exclusivamente conforme a la información disponible en nuestra base de datos y el IDEAM no se responsabiliza de la interpretación dada por terceros.

El IDEAM pone este material a disposición de los usuarios en forma individual, estando vedado toda comercialización o usufructo de la información aquí contenida.

Atentamente,



**Bibiana Lissette Sandoval Báez**

Coordinadora Grupo de Atención Al Ciudadano

PBX (571) 352 7160 Ext. 1210 - Línea nacional 018000 110 012

Calle 25 D No. 96 B - 70 Bogotá D.C.

[www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)

## 2 archivos adjuntos



**Radicado:** 20199050029032 Recibidos x



**suministroinfo@ideam.gov.co**

para mí ▾

vie., 3 may. 2019 12:50



Señor:

CARLOS MARIO PEÑALOZA VELASQUEZ

[cmpenalozav@ufps.edu.co](mailto:cmpenalozav@ufps.edu.co)

Ciudad

Referencia: **Radicado** 20199050029032

En cumplimiento a lo previsto en el artículo 23 de la Constitución Política, artículo 13, 14 y ss. de la ley 1437 del 2011 modificada por la Ley 1755 del 2015, Resolución interna 2628 del 18 de noviembre del 2016 y demás normas concordantes y complementarias, se da respuesta a la solicitud de información allegada; en consecuencia como adjunto encontrará el documento que contiene la información solicitada y disponible a la cual podrá acceder

**En tal evento, deberá crear una nueva solicitud indicando los fines para los cuales se utilizará la información y la manifestación expresa refiriendo que las consecuencias que se deriven del uso de estos datos, correrán enteramente bajo la responsabilidad del peticionario.**

**Envío los datos generados por la estación Automática con código 16055120**

**Las estaciones Automáticas no generan todos los parámetros solicitados.**

En referencia a registros de **ESTACIONES AUTOMATICAS** nos permitimos informarle que estas Constituyen información preliminar; al encontrarse la misma en elaboración significa que no se ha surtido el proceso de validación técnica necesaria, que garantiza la calidad del dato que determina la oficialidad de la información. Los datos no validados no pueden utilizarse para la toma de decisiones, como quiera que no se ha agotado el proceso de validación que garantiza la calidad del dato. El IDEAM en el marco de sus funciones y concretamente conforme a lo establecido en el artículo 1.2.1.1 del decreto 1076 del 2015 tiene a su cargo la toma, recolección, proceso y análisis del dato ambiental, como también la generación de información científica y tecnológica; para cumplir con su fin de manera idónea, los datos recolectados previos a ser suministrados al público en general deben validarse, en todo caso, si desea acceder a los datos no validados, usted podrá allegar su requerimiento a través de los canales oficiales para Atención al Ciudadano.

Teniendo en cuenta que la solicitud allegada se presenta como solicitud de información; se hace entrega del material disponible para consulta y suministro almacenado en el Banco de Datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.

Teniendo en cuenta que la solicitud allegada se presenta como solicitud de información; se hace entrega del material disponible para consulta y suministro almacenado en el Banco de Datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.

**Agradecemos no contestar este correo, y en caso de requerir realizar una solicitud adicional efectuarla únicamente siguiendo este enlace** <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/pgjs>

Señor usuario,

Reciba un cordial Saludo del IDEAM.

En nuestros procesos de mejora continua, para nosotros es importante conocer su opinión sobre el servicio.

Por lo cual lo invitamos a diligenciar una pequeña encuesta sobre el servicio, le agradecemos responder, según su apreciación y experiencia.

**MailScanner has detected definite fraud in the website at "goo.gl". Do not trust this website:** <https://goo.gl/forms/1ytG4ySxzj88rOAH2>

Es para nosotros un gusto trabajar por Colombia, por medio del suministro de información técnico científica el servicio de la planificación sectorial y al servicio de cada uno de los ciudadanos como usted.

NOTA: Los requerimientos correspondientes a solicitud de información, son respondidos única y exclusivamente conforme a la información disponible en nuestra base de datos y el IDEAM no se responsabiliza de la interpretación dada por terceros.

El IDEAM pone este material a disposición de los usuarios en forma individual, estando vedado toda comercialización o usufructo de la información aquí contenida.

Atentamente,



**IDEAM** Instituto de Hidrología,  
Meteorología y  
Estudios Ambientales

**Bibiana Lissette Sandoval Báez**

Coordinadora Grupo de Atención Al Ciudadano

PBX (571) 352 7160 Ext. 1210 - Línea nacional 018000 110 012

Calle 25 D No. 96 B - 70 Bogotá D.C.

[www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)

Proyecto: María E Rodríguez

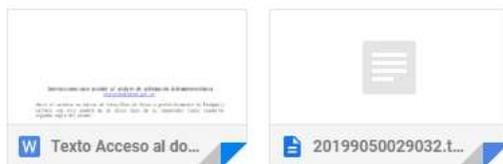
[atencionalciudadano@ideam.gov.co](mailto:atencionalciudadano@ideam.gov.co)

3527160 Ext 1210.

Grupo de atención al ciudadano IDEAM.

Bogotá- Colombia

2 archivos adjuntos



## Apéndice B. Resultados de los análisis de laboratorio

#### RESULTADOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda.

**TIPO DE MUESTRA:** Simple.

**LUGAR DE MUESTREO:** Jardín Botánico UFPSO.

**PUNTO:** punto 1

**TOMADA POR:** María Alejandra Peñaloza, Carlos Mario Peñaloza.

**HORA:** 07:38 a.m.

**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 02/09/19

**FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS:** 02/09/19

**HORA:** 08:30 a.m.

**ANÁLISIS SOLICITADOS:** pH, Oxígeno disuelto, Sólidos suspendidos totales, Color aparente, Turbiedad, Cloro libre, Nitritos, Nitratos, Hierro, Sulfatos, *Escherichia coli*, Coliformes totales.

**OBSERVACIONES:** Ninguna.

Parámetro	Unidad	Resultado
Potencial de hidrogeno	pH	7,01
Oxigeno disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	7,26
Sólidos suspendidos totales	mg/L	30
Color aparente	UPtCo	44
Turbiedad	NTU	1,17
Cloro libre	mg/L	0,06
Nitritos	mg/L	0,0396
Nitratos	mg/L	6,6
Hierro	mg/L	0,10
Sulfatos	mg/L	15
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL	56
Coliformes totales	UFC/100 mL	256

*M<sup>a</sup> Alejandra Vergel*

**Maria Alejandra Vergel Bermúdez**  
 Coordinador Laboratorio de Aguas

**RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS****MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda.**TIPO DE MUESTRA:** Simple.**LUGAR DE MUESTREO:** Aguas claras.**PUNTO:** punto 2**TOMADA POR:** María Alejandra Peñaloza, Carlos Mario Peñaloza.**HORA:** 07:56 a.m.**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 03/09/19**FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS:** 03/09/19**HORA:** 10:23 a.m.**ANÁLISIS SOLICITADOS:** pH, Oxígeno disuelto, Sólidos suspendidos totales, Color aparente, Turbiedad, Cloro libre, Nitritos, Nitratos, Hierro, Sulfatos, *Escherichia coli*, Coliformes totales.**OBSERVACIONES:** Ninguna.

Parámetro	Unidad	Resultado
Potencial de hidrogeno	pH	6,86
Oxígeno disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	6,72
Sólidos suspendidos totales	mg/L	23
Color aparente	UPtCo	63
Turbiedad	NTU	4,30
Cloro libre	mg/L	0,08
Nitritos	mg/L	0,1848
Nitratos	mg/L	14,08
Hierro	mg/L	0,07
Sulfatos	mg/L	11
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL	>300
Coliformes totales	UFC/100 mL	>300

*M<sup>a</sup> Alejandra Vergel*

**María Alejandra Vergel Bermúdez**  
Coordinador Laboratorio de Aguas

**RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS****MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda.**TIPO DE MUESTRA:** Simple.**LUGAR DE MUESTREO:** Pueblo nuevo.**PUNTO:** punto 3**TOMADA POR:** María Alejandra Peñaloza, Carlos Mario Peñaloza.**HORA:** 07:40 a.m.**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 04/09/19**FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS:** 04/09/19**HORA:** 10:30 a.m.**ANÁLISIS SOLICITADOS:** pH, Oxígeno disuelto, Sólidos suspendidos totales, Color aparente, Turbiedad, Cloro libre, Nitritos, Nitratos, Hierro, Sulfatos, *Escherichia coli*, Coliformes totales.**OBSERVACIONES:** Ninguna.

Parámetro	Unidad	Resultado
Potencial de hidrogeno	pH	7,06
Oxígeno disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	6,58
Sólidos suspendidos totales	mg/L	2
Color aparente	UPtCo	23
Turbiedad	NTU	1,43
Cloro libre	mg/L	0,06
Nitritos	mg/L	0,0297
Nitratos	mg/L	5,72
Hierro	mg/L	0,04
Sulfatos	mg/L	1
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL	0
Coliformes totales	UFC/100 mL	173

*M<sup>a</sup> Alejandra Vergel*

**María Alejandra Vergel Bermúdez**  
 Coordinador Laboratorio de Aguas

**RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO**

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua cruda.

**TIPO DE MUESTRA:** Simple.

**LUGAR DE MUESTREO:** Jardín Botánico UFPSO.

**TOMADA POR:** María Alejandra Peñalosa – Carlos Mario Peñalosa. **HORA:** 7:56 a.m.

**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 28 de Octubre del 2019.

**FECHA ENTREGA AL LABORATORIO:** 28 de Octubre del 2019. **HORA:** 10:00 a.m.

**ANÁLISIS SOLICITADOS:** Potencial de hidrogeno, Alcalinidad, Dureza, Conductividad, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno disuelto, Sólidos suspendidos totales, Color aparente, Turbiedad, Cloro Nitritos, Nitratos, Hierro, Sulfato, *Escherichia coli*, Coliformes totales.

**OBSERVACIONES:** Ninguna.

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Potencial de hidrogeno	pH	6.48
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	20
Dureza	mg/L CaCO <sub>3</sub>	30
Conductividad	μS/cm	66.1
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	8
Oxígeno disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	6.58
Sólidos suspendidos totales	mg/L	23
Color aparente	UPrCo	21
Turbiedad	NTU	1.35
Cloro	mg/L	0.01
Nitritos	mg/L	0.0132
Nitratos	mg/L	5.28
Hierro	mg/L	0.06
Sulfato	mg/L	1
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL	23
Coliformes totales	UFC/100 mL	109

### RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua cruda.

**TIPO DE MUESTRA:** Simple.

**LUGAR DE MUESTREO:** Vereda llano alto, Aguas claras.

**TOMADA POR:** Maria Alejandra Peñaloza – Carlos Mario Peñaloza.

**HORA:** 7:52 a.m.

**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 29 de Octubre del 2019.

**FECHA ENTREGA AL LABORATORIO:** 29 de Octubre del 2019.

**HORA:** 10:00 a.m.

**ANÁLISIS SOLICITADOS:** Potencial de hidrogeno, Alcalinidad, Dureza, Conductividad, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno disuelto, Sólidos suspendidos totales, Color aparente, Turbiedad, Cloro Nitritos, Nitratos, Hierro, Sulfato, *Escherichia coli*, Coliformes totales.

**OBSERVACIONES:** Ninguna.

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Potencial de hidrogeno	pH	5.19
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	25
Dureza	mg/L CaCO <sub>3</sub>	7.5
Conductividad	μS/cm	32.9
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	12
Oxígeno disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	6.68
Sólidos suspendidos totales	mg/L	3
Color aparente	UPtCo	50
Turbiedad	NTU	0.82
Cloro	mg/L	0.01
Nitritos	mg/L	0.0165
Nitratos	mg/L	5.28
Hierro	mg/L	0.04
Sulfato	mg/L	1
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL	106
Coliformes totales	UFC/100 mL	169

**RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO**

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua cruda.

**TIPO DE MUESTRA:** Simple.

**LUGAR DE MUESTREO:** Finca la laguna, Pueblo Nuevo.

**TOMADA POR:** María Alejandra Peñaloza – Carlos Mario Peñaloza. **HORA:** 7:56 a.m.

**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 30 de Octubre del 2019.

**FECHA ENTREGA AL LABORATORIO:** 30 de Octubre del 2019. **HORA:** 10:00 a.m.

**ANÁLISIS SOLICITADOS:** Potencial de hidrogeno, Alcalinidad, Dureza, Conductividad, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno disuelto, Sólidos suspendidos totales, Color aparente, Turbiedad, Cloro Nitritos, Nitratos, Hierro, Sulfato, *Escherichia coli*, Coliformes totales.

**OBSERVACIONES:** Ninguna.

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Potencial de hidrogeno	pH	5.03
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	15
Dureza	mg/L CaCO <sub>3</sub>	16
Conductividad	μS/cm	41.3
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	6
Oxígeno disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	6.57
Sólidos suspendidos totales	mg/L	6
Color aparente	UPtCo	46
Turbiedad	NTU	0.38
Cloro	mg/L	0.05
Nitritos	mg/L	0.033
Nitratos	mg/L	8.8
Hierro	mg/L	0.06
Sulfato	mg/L	1
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL	0
Coliformes totales	UFC/100 mL	56

**RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS****MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda.**TIPO DE MUESTRA:** Puntual.**LUGAR DE MUESTREO:** Finca La Laguna, Pueblo Nuevo.**PUNTO:** Punto 1**TOMADA POR:** María Alejandra Peñaloza.**HORA:** 10:08 a.m.**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 14/11/19**FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS:** 14/11/19**HORA:** 03:17 p.m.

**ANÁLISIS SOLICITADOS:** Potencial de Hidrogeno, Alcalinidad, Dureza, Conductividad, DQO, Oxígeno disuelto, Sólidos suspendidos totales, Color aparente, Turbiedad, Cloro, Nitritos, Nitratos, Hierro, Sulfato, *Escherichia coli*, Coliformes totales.

**OBSERVACIONES:** Ninguna.

Parámetro	Unidad	Resultado
pH	pH	5.09
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	30
Dureza	mg/L CaCO	22
Conductividad	µs/cm	73.1
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	19
Oxígeno disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	4.86
Sólidos suspendidos totales	mg/L	50
Color aparente	UPTCo	276
Turbiedad	NTU	46.5
Cloro	mg/L	0.01
Nitritos	mg/L	0.1782
Nitratos	mg/L	13.64
Hierro	mg/L	0.31
Sulfato	mg/L	5
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL	49
Coliformes totales	UFC/100 mL	205

*M<sup>a</sup> Alejandra Vergel*

**María Alejandra Vergel Bermúdez**  
Coordinador Laboratorio de Aguas

## Apéndice C. RAS 2000 “Calidad de la fuente”

RAS-2000. Sistemas de Acueducto

TABLA B.2.1.  
Calidad de la fuente

Parámetros	Análisis según		Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución			
	Norma técnica NTC	Standard Method ASTM	1. Fuente aceptable	2. Fuente regular	3. Fuente deficiente	4. Fuente muy deficiente
<b>DBO 5 días</b>	3630					
Promedio mensual mg/L			≤ 1.5	1.5 - 2.5	2.5 – 4	>4
Máximo diario mg/L			1 – 3	3 - 4	4 – 6	>6
<b>Coliformes totales (NMP/100 mL)</b>						
Promedio mensual		D-3870	0 – 50	50 - 500	500 – 5000	>5000
<b>Oxígeno disuelto mg/L</b>	4705	D-888	≥4	≥4	≥4	<4
<b>PH promedio</b>	3651	D 1293	6.0 – 8.5	5.0 - 9.0	3.8 - 10.5	
<b>Turbiedad (UNT)</b>	4707	D 1889	<2	2 - 40	40 – 150	≥ 150
<b>Color verdadero (UPC)</b>			<10	10 -20	20 – 40	≥ 40
<b>Gusto y olor</b>		D 1292	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inaceptable
<b>Cloruros (mg/L - Cl)</b>		D 512	< 50	50 - 150	150 – 200	300
<b>Fluoruros (mg/L - F)</b>		D 1179	<1.2	<1.2	<1.2	>1.7
<b>GRADO DE TRATAMIENTO</b>						
- Necesita un tratamiento convencional			NO	NO	Sí, hay veces (ver requisitos para uso FLDE : literal C.7.4.3.3)	SI
- Necesita unos tratamientos específicos			NO	NO	NO	SI
- Procesos de tratamiento utilizados			(1) = Desinfección + Estabilización	(2) = Filtración Lenta o Filtración Directa + (1)	(3) = Pretratamiento + [Coagulación + Sedimentación+ Filtración Rápida] o [Filtración Lenta Diversas Etapas] + (1)	(4) = (3) + Tratamientos específicos

## Apéndice D. Bitácora de campo

Instalación Estación meteorológica UFRSO: fecha: 20-jun-19  
 Altitud: 1212 m.

Hora de inicio: 11:46 am. / Hora de Finalización: 4:10 pm.

Vista de reconocimiento (pueblo Nuevo) para instalación de estación meteorológica:

Fecha: 21-jun-2019.

Hora: 2:04 pm.

Hora Fin: 2:20 pm.

Instalación atrapanieblas UFRSO:

Fecha: 05-jul-2019.

Altitud: 1307 m.

Hora inicio: 6:04 am.

Hora Fin: 11:25 am.

Instalación atrapanieblas Aguas Claras:

Fecha: 17-jul-2019.

Altitud: 1200 m.

Hora inicio: 11:09 am.

Hora Fin: 2:24 pm.

Instalación atrapanieblas pueblo Nuevo:

Fecha: 15-Agosto-2019.

Altitud: 1685 m.

Hora inicio: 9:15 am.

Hora Fin: 12:45 pm.

## Seguimiento atrapanieblas UTPSO:

① Fecha: 12-Jul-2019.

Hora: 8:07 am

✓ Se encontró muy poca agua (un charco), días con  $T^{\circ}$  muy altas, sin precipitación.

② Fecha: 06-Ago-2019.

Hora: 7:27 am

✓ Se encontró aproximadamente la misma cantidad de agua que en la primera revisión pero con una tonalidad amarilla-café;  $T^{\circ} \uparrow$ ; x precipitación.

③ Fecha: 20-Ago-2019.

Hora: 7:38 am.

✓ Cantidad Agua:  $5,3 \text{ cm}$  →  $V = 5,24 \text{ L}$

✓ Día despejado, presencia precipitación fuerte en días anteriores, malla rasgada en el extremo derecho, templetes sueltos (viento fuerte).

④ Fecha: 02-SEP-2019.

Hora: 7:27 a.m.

Cantidad de agua:  $6,6 \text{ cm}$  →  $V = 6,53 \text{ L}$

✓ Día despejado, frío, poca radiación solar, se encontró rocío en la tapa del tanque de almacenamiento lo que indica que si se trata de niebla.

⑤ Fecha: 16-SEP-2019.

Hora: 7:30 a.m.

Cantidad de agua:  $11 \text{ cm}$  →  $V = 10,88 \text{ L}$

✓ Día nublado, frío, se especula que hubo precipitación en horas de la madrugada ya que el canal presenta gotas No de rocío.

Seguimiento atipameblas VFPSO

⑥ Fecha: 01 de Octubre del 2019.

Hora: 8:06 a.m.

Cantidad de Agua =  $36 \text{ cm}$  →  $V = 35,63 \text{ L}$

✓ Día despejado, bastante soleado, se presentan precipitaciones fuertes en días anteriores, se retiró agua para evitar la perdida de la misma (hasta la primera marca del tanque).

⑦ Fecha: 28 de Octubre del 2019.

Hora: 7:53 a.m.

Cantidad de agua =  $14 \text{ cm}$  →  $V = 13,86 \text{ L}$

Desde la marca del tanque

✓ día despejado, bastante soleado, se retiró el agua hasta la marca del tanque. (Se identifican plagas como moscas, Porquiza).

⑧ Fecha: 12 de Noviembre del 2019

Hora: 8:49 a.m.

Cantidad de agua =  $3,2 \text{ cm}$  →  $V = 3,17 \text{ L}$

desde la marca

✓ Día despejado, bastante soleado, se retiró toda el agua del tanque

⑨ Fecha: 13 de Noviembre del 2019.

Hora: 8:42 a.m.

✓ No hubo aumento de cantidad de Agua.

⑩ Fecha: 14/11/2019

Hora: 8:41 a.m.

✓ No se registró aumento de la cantidad del agua, se cree que llovió porque el canal tenía gotas. Se cree que el atipameblas quiera ser Soboleado.

Seguimiento atrapanieblas Aguas Claras "Vereda Llano Alto"

① Fecha: 14-Ago-2019.

Hora: 8:09 am.

Cantidad de agua:  $3,7 \text{ cm}$  →  $V = 3,66 \text{ L}$

✓ presencia de precipitación en días anteriores, día Nublado, afectación en la malla por vientos fuertes.

② Fecha: 21-Ago-2019.

Hora: 8:10 am.

Cantidad agua:  $6,8 \text{ cm}$  →  $V = 6,73 \text{ L}$

✓ Día despejado, Fresco.

③ Fecha: 03-Sep-2019.

Hora: 7:48 am.

Cantidad de Agua:  $7,4 \text{ cm}$  →  $V = 7,32 \text{ L}$

✓ Día Frio, bastante presencia de Niebla, Precipitación el día anterior.

④ Fecha: 17-Sep-2019

Hora: 7:34 am.

Cantidad de Agua:  $6,9 \text{ cm}$  →  $V = 6,83 \text{ L}$

✓ Día despejado bastante Soleado, Precipitación o en la madrugada o la noche anterior.

⑤ Fecha: 02-Oct-2019.

Hora: 8:08 am.

Cantidad de Agua:  $40 \text{ cm}$  →  $V = 39,59 \text{ L}$

✓ día despejado, bastante Soleado, se retiró el agua hasta la primera línea del tanque Para evitar que se bote, se encontró la malla extremadamente rasgada

Seguimiento atrapanieblas Aguas Claras:

⑥ Fecha: 29 - octubre - 2019.

Hora: 7:43 a.m.

Cantidad de agua:  $14 \text{ cm}$  →  $V = 13,86 \text{ L}$ .

↓  
desde la marca.

✓ Día nublado, se remendó la malla con abrazaderas plásticas porque se encontraba deteriorada.

⑦ Fecha: 12 de Noviembre del 2019.

Hora: 7:40 a.m.

✓ No se presentó aumento en el nivel del agua, se retiró la totalidad del agua del tanque.

- Día despejado, poca radiación solar.

⑧ Fecha: 13 de Noviembre del 2019.

Hora: 7:39 a.m.

✓ No hay aumento en la cantidad del agua, día despejado (opaco).

⑨ Fecha: 14/11/2019

Hora: 7:39 a.m.

✓ No se registró aumento en el nivel del agua, el día estaba despejado, sin tanta radiación solar, se cree que llovió debido a que el canal tenía presencia de gotas de agua.

Seguimiento atrapanieblas Pueblo Nuevo: "Finca La Laguna"

① Fecha: 04-Sep-2019.

Hora: 7:34 a.m.

Cantidad de Agua:  $22,5 \text{ cm}$  →  $V = 22,27 \text{ L}$

✓ Día despejado, según la comunidad se ha presentado poca precipitación (sereno), la niebla ha sido baja, por lo cual, los días se han despejado entre 8-9 a.m.

- El atrapanieblas no presenta ninguna alteración.

② Fecha: 18-Sep-2019.

Hora: 7:44 a.m.

Cantidad de Agua:  $35,8 \text{ cm}$  →  $V = 35,43 \text{ L}$

✓ Bastante presencia de niebla, según la comunidad la noche anterior se presentó ↓ precipitación y el día del seguimiento también, bajas temperaturas.

- Se retiró agua para no perder el seguimiento del  $V$  por revasar el tanque, se dejó una altura de  $26,1 \text{ cm}$ .

③ Fecha: 03-Oct-2019.

Hora: 8:37 a.m.

Cantidad de Agua:  $9,5 \text{ cm}$  →  $V = 9,4 \text{ L}$

✓ Día despejado, según la comunidad se presentó precipitación fuerte la noche anterior.

④ Fecha: 30-Oct-2019.

Hora: 8:15 a.m.

Cantidad de agua:  $11 \text{ cm}$  →  $V = 10,89 \text{ L}$   
 Desde la marca

Seguimiento atrapanieblas pueblo Nuevo

✓ Día Nublado, un templete se saltó, se retiró agua hasta la marca.

⑤ Fecha: 12 de Noviembre del 2019.

Hora: 11:05 a.m.

Cantidad de Agua:  $6,8 \text{ cm}$  →  $V = 6,73 \text{ L}$   
 ↓  
 desde la  
 marca.

✓ Día Nublado, en el momento de la muestra estaba se-  
 lenando, se retiró la totalidad del agua del tanque

⑥ Fecha: 13 de Noviembre del 2019.

Hora: 11:04 a.m.

✓ No se presenta aumento en el nivel del agua debido a  
 que el canal se encuentra taponado por lo que es allí en  
 donde se emparó el agua.

⑦ Fecha: 14/11/2019.

Hora: 10:08 a.m.

✓ cantidad de agua:  $2,6 \text{ cm}$  →  $V = 2,57 \text{ L}$

= el día estaba despejado

Toma de muestras:Muestra ①: UFPSO

Fecha: 02-sep-2019.

Hora: 7:38 a.m.

Cantidad de Agua: 1.5 L → Parámetro Físico-químico.  
100 mL → Parámetro microbiológico.Muestra ②: Aguas Claras

Fecha: 03-sep-2019.

Hora: 7:58 a.m.

Cantidad de Agua: 1.5 L → Parámetro Físico-químico  
100 mL → " microbiológico.Muestra ③: Pueblo Nuevo:

Fecha: 09-sep-2019.

Hora: 7:40 a.m.

Cantidad de Agua: 1.5 L → Parámetro Físico-químico  
100 mL " microbiológico.Muestra ④: UFPSO.

Fecha: 28-oct-2019.

Hora: 7:56 a.m.

Cantidad de Agua: 2 L → Parámetro Físico-químico.  
100 mL → Parámetro microbiológico

✓ Se tomó doble muestra de agua para Parámetros Físico-químicos con el fin de corroborar la información del Lab de aguas por medio de una sonda multiparamétrica.

Muestra ⑤: Aguas Claras.

Fecha: 29-oct-2019.

Cantidad de Agua: 1.5 L → Parámetro Físico-químico  
100 mL → " microbiológico

### Toma de muestras:

✓ También se tomaron 2 muestras para comparación de Parámetros Físico-químicos.

Muestra ③ Pueblo Nuevo.

Fecha: 30-oct-2019.

Cantidad de Agua = 2 L → Parámetros Físico-químicos  
100 mL → " microbiológicos

✓ también se tomó doble muestra físico-química para Corroborar los datos.

Muestra ① Pueblo Nuevo.

Fecha: 14-Nov-2019

Cantidad de Agua: Se tomó toda la cantidad de Agua Presente en el tanque Para las muestras.

100 mL → Parámetros Físico-químicos

- Bolsa estipulada en el laboratorio para análisis exclusivo de cloro.
- El resto del agua fue depositada en un recipiente de volumen 1,75 ml

\* El color aparente del agua es verde debido a la presencia del moho en la canaleta cuando el agua estaba estancada.

## Tanque de almacenamiento / Dimensiones

$$h = 40 \text{ cm}$$

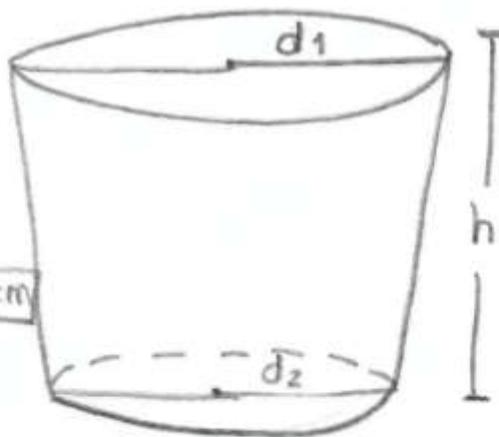
$$d_1 = 38 \text{ cm}$$

$$d_2 = 33 \text{ cm}$$

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} = 35,5 \text{ cm}$$

$$r = \frac{35,5 \text{ cm}}{2}$$

$$r = 17,75 \text{ cm}$$



$$V = \pi r^2 \cdot h$$

$$V = \pi (17,75 \text{ cm})^2 (40 \text{ cm})$$

$$V = 39591,92 \text{ cm}^3$$

$$V = 39,59 \text{ L}$$



### Apéndice E. Seguimiento de las variables atmosféricas en estudio

Promedio semanal de las variables atmosféricas en estudio para el atrapanieblas Jardín

Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, UFPSO.

SEMANA	Temperatura	Punto de Rocío	Humedad	Velocidad del viento	Precipitación	Radiación Solar
Semana 1	21,8	16,3	73,4	7,1	0	58,95
Semana 2	21,5	16,5	73,1	7,0	0,1	44,59
Semana 3	22,1	15,9	68,5	8,6	0,4	122,5
Semana 4	21,6	15,6	70,1	7,8	0,2	94,35
Semana 5	22,6	17,2	72,3	6,0	0,1	97,9
JULIO	21,9	16,3	71,5	7,3	0,16	83,6
Semana 1	22,7	17,2	72	5,7	0,13	78,2
Semana 2	22,2	16,5	73,1	5,3	0,43	88,8
Semana 3	21,8	16,9	76,4	6,7	3,01	84,4
Semana 4	23,5	16,3	71,2	5,4	2,64	102,15
Semana 5	24	-	-	-	3,33	-
AGOSTO	22,8	16,7	73,2	5,8	1,91	70,7
Semana 1	20,9	17,1	78,2	5,5	16,7	75,2
Semana 2	22,3	16,7	72,7	5,7	7,25	97,1
Semana 3	22,4	17,5	75	5,4	3,41	94,2
Semana 4	22,1	-	-	-	5,6	-
Semana 5	22,6	-	-	-	5,2	-
SEPTIEMBRE	22,1	17,1	75,3	5,5	7,6	88,8
Semana 1	22,9	-	-	-	6,3	-
Semana 2	22,3	-	-	-	6,14	-
Semana 3	22,4	-	-	-	5,7	-
Semana 4	22,1	-	-	-	4,6	-
Semana 5	23,1	-	-	-	0,75	-
OCTUBRE	22,6	-	-	-	4,7	-
Semana 1	22,7	-	-	-	1,7	-
Semana 2	23,4	-	-	-	4,3	-
Semana 3	22,1	-	-	-	8,7	-
Semana 4	22,3	-	-	-	1,4	-
Semana 5	23,1	-	-	-	0	-
NOVIEMBRE	22,7	-	-	-	3,2	-

**Promedio mensual de las variables atmosféricas en estudio para el atrapanieblas Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, UFPSO.**

MES	Temperatura	Punto de Rocío	Humedad	Velocidad del viento	Precipitación	Radiación Solar
JULIO	21,9	16,3	71,5	7,3	0,16	83,6
AGOSTO	22,8	16,7	73,2	5,8	1,91	70,7
SEPTIEMBRE	22,1	17,1	75,3	5,5	7,6	88,8
OCTUBRE	22,6	-	-	-	4,7	-
NOVIEMBRE	22,7	-	-	-	3,2	-

**Promedio semanal de las variables atmosféricas en estudio para el atrapanieblas Vereda “Llano Alto”, Aguas Claras.**

SEMANA	Temperatura	Punto de Rocío	Humedad	Velocidad del viento	Precipitación	Radiación Solar
Semana 1	-	-	-	-	-	-
Semana 2	-	-	-	-	-	-
Semana 3	23,4	17,5	72,2	7,3	0	283
Semana 4	21,9	17,7	77,4	6,5	0,18	258,7
Semana 5	23,1	19	79,3	3,7	0	261,9
JULIO	22,8	18,1	76,3	5,8	0,06	267,9
Semana 1	22,8	19,1	81	4	2,41	245,3
Semana 2	22,3	18,5	82,7	3,5	3,1	238,6
Semana 3	21,5	18,6	84,8	4,3	2,7	226,8
Semana 4	21,8	17,9	82,7	3,4	1,81	218,5
Semana 5	22,7	18,3	79,1	4,2	0	228,9
AGOSTO	22,2	18,5	82,1	3,9	2	231,6
Semana 1	20,9	18,7	76,2	2,4	0	223,9
Semana 2	21,8	18,5	82,8	3,2	0,54	221,9
Semana 3	22,6	19	81,4	4,1	2,6	224,6
Semana 4	21,3	19	86,5	2,8	12,5	219,3
Semana 5	21,9	18,8	85,4	2,5	6,8	226,2
semana 6	22,5	-	-	-	0	-
SEPTIEMBRE	21,8	18,8	82,5	3	0,75	223,18
Semana 1	22,9	-	-	-	6,3	-
Semana 2	22,3	-	-	-	6,14	-

Semana 3	22,4	-	-	-	5,7	-
Semana 4	22,1	-	-	-	4,6	-
Semana 5	23,1	-	-	-	0,75	-
OCTUBRE	22,6	-	-	-	4,7	-
Semana 1	22,7	-	-	-	1,7	-
Semana 2	23,4	-	-	-	4,3	-
Semana 3	22,1	-	-	-	8,7	-
Semana 4	22,3	-	-	-	1,4	-
Semana 5	23,1	-	-	-	0	-
NOVIEMBRE	22,7	-	-	-	3,2	-

### Promedio mensual de las variables atmosféricas en estudio para el atrapanieblas Vereda

#### “Llano Alto”, Aguas Claras.

MES	Temperatura	Punto de Rocío	Humedad	Velocidad del viento	Precipitación	Radiación Solar
JULIO	22,8	18,1	76,3	5,8	0,06	267,9
AGOSTO	22,2	18,5	82,1	3,9	2	231,6
SEPTIEMBRE	21,8	18,8	82,5	3	0,75	223,18
OCTUBRE	22,6	-	-	-	4,7	-
NOVIEMBRE	22,7	-	-	-	3,2	-

#### Apéndice F. Registro fotográfico



### Instalación de la estación meteorológica ubicada en el bloque “B” de la Universidad

#### Francisco de Paula Santander Ocaña.

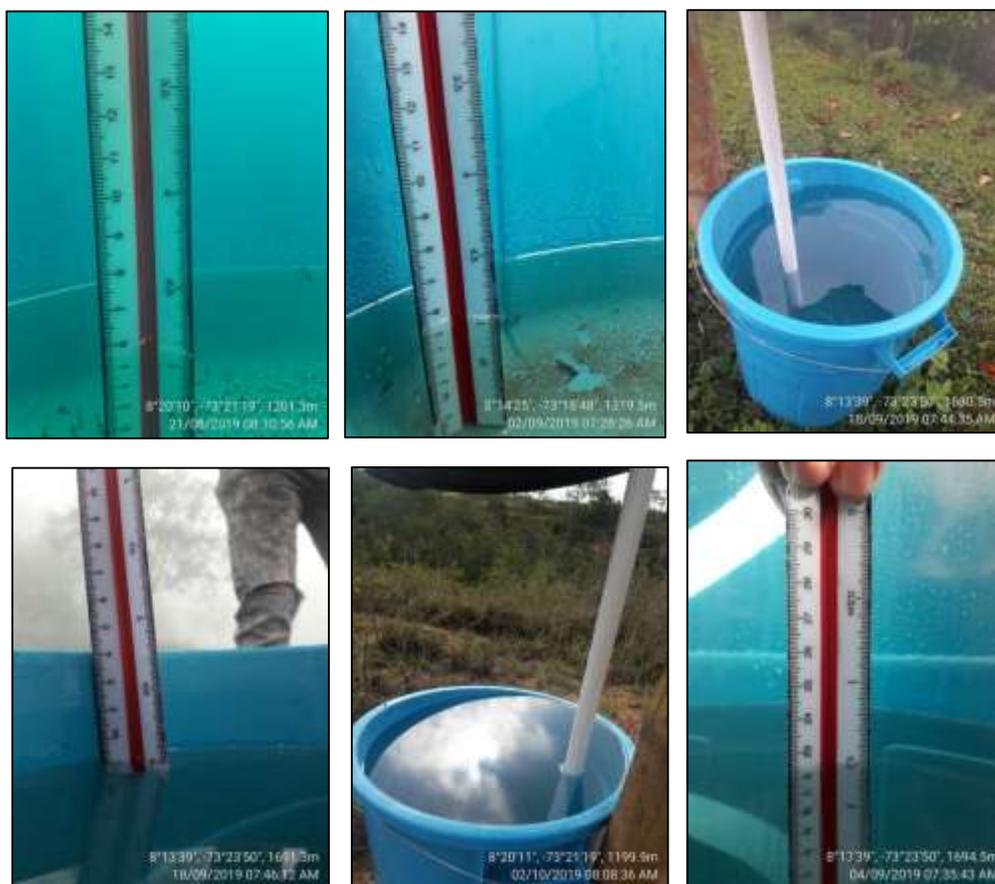


**Transporte de materiales y construcción de los atrapanieblas**





**Instalación de los diferentes sistemas piloto**



**Medición de volúmenes**



**Toma de muestras para análisis de laboratorio**



**Seguimiento a los distintos atrapanieblas**