



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**“Guía para la captación de agua de niebla en El Salvador”**

**Por**

**Rivera Rivera, Alfonso Antonio**

**Ciudad Universitaria, noviembre, 2022**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRONÓMICAS DEPARTAMENTO DE  
RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**



**“Guía para la captación de agua de niebla”**

**Por**

**Rivera Rivera, Alfonso Antonio**

**Presentada como requisito para obtener el Título de Ingeniero  
Agroindustrial**

**Ciudad Universitaria, noviembre, 2022**

**Universidad de El Salvador**

**Rector**

**Lic. MSc. Roger Armando Arias Alvarado**

**Secretario General**

**Lic. MSc. Francisco Antonio Alarcón Sandoval**

**Facultada de Ciencias Agronómicas**

**Decano**

**Ing. Agr. Dr. Francisco Lara Asencio**

**Secretario**

**Ing. Agr. MSc. Balmore Martínez Sierra**

**Jefe del Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente**

---

**Ing. Agr. MSc. José Mauricio Tejada Asensio**

**Asesor de tesina**

---

**Ing. Agr. MSc. José Mauricio Tejada Asensio**

**Tribunal Calificador**

---

**Ing. Agr. MSc. José Mauricio Tejada Asensio**

---

**Ing. Agr. Rigoberto Antonio Urías Fernández**

---

**Ing. Agr. Juan Gerardo Marroquín Reina**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO**

---

**Ing. MAECE Nelson Bernabé Granados Alvarado**

## **I. DEDICATORIA**

Esta tesina está dedicada primeramente a Dios, el cual ilumina mi camino y me brinda la sabiduría necesaria para poder realizar este que es un logro en mi vida.

Posteriormente dedico este proyecto con todo mi corazón a mis padres Carlos Alfonso Rivera González y Carmen Teodora Rivera de Rivera, que gracias su apoyo infinito que día con día me brindaron y todo el esfuerzo que realizaron para que yo pueda estar donde estoy.

Se la dedico a mi hermano Daniel Esaú Rivera Rivera, que estuvo conmigo en momentos críticos de mi formación, se la dedico a ellos, a mi familia, a ellos que se hicieron todo lo que estuvo en sus manos y más para que este momento pueda concretarse.

## **II. AGRADECIMIENTOS**

Mi profundo agradecimiento a Dios que nos da la vida y el honor de seguir adelante. Agradezco tanto a mis padres a mi hermano y a mi demás familia, porque sin ellos no sería lo que soy hoy. De corazón gracias por todo.

Agradezco a mi tutor, Ingeniero José Mauricio Tejada, por el acompañamiento en la elaboración de este documento, brindando su conocimiento y mostrando la manera en la que se puede lograr un trabajo bien elaborado. Mis agradecimientos para con todos los ingenieros que se encargan del curso de especialización, los cuales brindaron el tiempo, esfuerzo y conocimiento en cada clase y salida que se realizaba.

Le agradezco a mis amigos que me acompañaron en la travesía universitaria, ya que fueron un gran apoyo tanto estudiantilmente como emocionalmente para completar mis estudios. Mil gracias a todas esas personas que formaron parte del camino y que brindaron su granito de arena para que esta meta se cumpla.

Gracias a la vida por tenerme acá, por dejarme estar todo este tiempo acá y cumplir esta meta, gracias a todos y cada uno de los que me apoyaron con sus frases y los que en malos momentos intentaron alzarme.

Mil gracias a todos.

## INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN .....	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
3. OBJETIVOS .....	16
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
4. ESTADO DEL ARTE.....	17
4.1 Investigación realizada en México .....	17
4.2 Investigación realizada en México .....	17
4.3 Investigación realizada en Colombia .....	17
4.4 Investigación realizada en Ecuador.....	17
4.5 Investigación realizada en Ecuador.....	18
5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	19
5.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....	19
5.2 Captación de agua .....	20
5.2.1 Humedad atmosférica.....	20
5.2.2 Precipitación.....	20
5.2.3 Lluvia horizontal .....	21
5.2.4 Rocío y punto de rocío. ....	21
5.2.5 Condensación .....	21
5.3 Niebla.....	22
5.4 Formación de niebla.....	22
5.5 Tipos de niebla .....	22
Según Pascual (2014), las nieblas por evaporación se clasifican.....	22
Según Pascual (2014), las nieblas por enfriamiento se clasifican .....	23
5.6 Neblinómetros .....	23
5.7 Malla atrapanieblas .....	23
5.8 Construcción de atrapanieblas.....	24
5.9 Funcionamiento del captador de agua de niebla .....	29
5.10 Otros materiales que se pueden emplear para condensar el agua.....	30
5.11 Volumen de agua captado .....	31
5.12 Tipos de captadores de agua de niebla .....	31
5.12.1 Atrapanieblas Macrodiamantes .....	31
5.12.2 Atrapanieblas Cilíndrico .....	32

6. METODOLOGÍA .....	35
6.1 Ubicación del estudio .....	35
6.2 Tipo de investigación .....	38
6.3 Revisión bibliográfica .....	38
6.3.1 Recolección de datos.....	38
7. RESULTADOS.....	39
7.1 Tabla de lugares con proyectos de atrapanieblas y sus características.....	39
7.2 Lugares de el salvador en los que se puede establecer atrapanieblas.....	40
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	41
8.1 Comparación de lugares con características similares .....	41
9. CONCLUSIONES .....	45
10. BIBLIOGRAFÍA.....	46
11. ANEXOS.....	49

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1 El árbol Fuente El Garoé de las Islas de Hierro (Las Canarias). Fuente: Pascual, 2014. ...	19
Figura 2 Malla Raschel de 35% de sombra en doble paño. Fuente: López 1989.....	25
Figura 3 Sistema de anclaje. Fuente: López 1989.....	26
Figura 4 Sistemas de cables y tensores. Fuente: López 1989.....	26
Figura 5 Soportes de la estructura. Fuente: López 1989. ....	27
Figura 6 Estructuración de los postes/soportes. Fuente: López 1989. ....	28
Figura 7 Ejemplo de atrapanieblas tipo plano Fuente: Cereda et al. 2014.....	29
Figura 8 Países que han hecho uso del sistema de captación de agua de niebla. Fuente: Cereda et al. 2014.....	31
Figura 9 Atrapanieblas tipo macrodiamante .....	32
Figura 10 Atrapanieblas cilíndrico. Fuente: Cereda et al. 20014.....	33
Figura 11 Atrapanieblas Bidimensional. Fuente: Cereda et al. 20014. ....	34
Figura 12 Mapa de temperaturas de El Salvador según sus isotermas. Fuente: Base cartográfica CNR 1995.....	36
Figura 13 Mapa de precipitaciones de El Salvador según sus isoyetas. Fuente: Base cartográfica CNR 1985.....	37

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Principales características de la masa nubosa para su aprovechamiento en un sistema de captación de agua de niebla. Fuente: Cereda et al. 2014.....	30
Tabla 2 Características de sitios con instalación y funcionamiento de atrapanieblas .....	39
Tabla 3 Lugares en El Salvador en los cuales se podría instalar un atrapaniebla .....	40
Tabla 4 Comparativa entre Los Chilos, Ecuador y Parque Nacional Montecristo, El Salvador .....	41
Tabla 5 Comparativa entre Ciudad del Cabo, Sudáfrica y Apaneca, El Salvador .....	42
Tabla 6 Comparativa entre El Tofo, Chile y Perquín, El Salvador .....	42
Tabla 7 Comparativa entre Cerro Moreno, Chile y Planes de Renderos, El Salvador .....	43
Tabla 8 Comparativa entre La Tola, Colombia y El Pital, El Salvador .....	43
Tabla 9 Comparativa entre Soutpansberg, Sudáfrica y El Boquerón, El Salvador.....	44
Tabla 10 Comparativa entre Cerro Moreno, Chile y Ataco, El Salvador.....	44

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Guía para la elaboración de un captador de agua de niebla.....	53
---	----

## **INDICE DE FIGURAS DE ANEXO**

Figura A 1 Costanera de dimensiones 2x2x8.....	53
Figura A 2 Tensores externos.....	53
Figura A 3 Distribución de los cables de sostén interno .....	54
Figura A 4 Malla Raschel de 35% .....	54
Figura A 5 Canaleta colectora y drenaje .....	55
Figura A 6 Diagrama de almacenador de agua. ....	55

## **INDICE DE TABLAS DE ANEXO**

Cuadro A 1 Cronograma de actividades.....	49
Cuadro A 2 Tipos de atrapanieblas .....	50
Cuadro A 3 Coste de construcción de un atrapanieblas sencillo.....	51

## **RESUMEN**

La elaboración de un captador de agua de niebla posee un alto impacto en la agroecología siendo sostenible y sustentable con el medio ambiente, ya que genera una reducción en el impacto ambiental al realizarse una reutilización del recurso hídrico del ambiente. El Salvador posee sitios en los cuales se genera niebla debido a sus características climáticas, estas pueden ser aprovechadas para instalar atrapanieblas y obtener el recurso agua y de esta manera apoyar a la población salvadoreña. El desarrollo de una guía para la elaboración de un captador de agua de niebla es de suma importancia porque además de generar el ingreso del recurso hídrico a la población salvadoreña, también puede ser utilizado con diferentes propósitos como lo es el riego en la agricultura. Para ello se ha de conocer las características y el funcionamiento de un captador, así también como los materiales necesarios para su construcción. A lo largo del tiempo se han realizado diferentes investigaciones en el mundo sobre los captadores, los cuales tienen resultados muy favorables, por ello se realiza una comparativa de los sitios del mundo con sitios de El Salvador que poseen características similares para así obtener una respuesta sobre la viabilidad de un captador en el país.

**Palabras clave:** Atrapaniebla, recurso hídrico, agroecología

## **ABSTRACT**

The elaboration of a fog water collector has a high impact on agroecology, being sustainable with the environment, since it generates a reduction in the environmental impact by reusing the water in the surroundings. El Salvador has places where fog is generated due to its climatic characteristics, these can be used to install fog collector and obtain water resources and thus support the Salvadoran population. The development of a guide for the elaboration of a fog water collector is of great importance because in addition to generating the income of the water resource to the Salvadoran population, it can be used for different purposes such as irrigation in agriculture. For this, the characteristics and operation of a collector must be known, as well as the materials necessary for its construction. Over time, different investigations have been carried out in the world on the fog collectors, which have very favorable results, for this reason a comparison between places around the world and sites in El Salvador that have similar characteristics is made in order to obtain an answer on the viability of a fog collector in the country.

**Keywords:** Fog-catching, water, agroecology

## **1. INTRODUCCIÓN**

El estudio de una guía para la elaboración de un captador de agua de niebla, y su importancia en la agroecología es de gran relevancia, ya que tiene como objetivo proporcionar una reducción al impacto ambiental mediante la reutilización del agua disponible en el ambiente, lo cual, se traduce en una mejora de la economía salvadoreña al disminuir el uso del servicio del recurso hídrico al utilizar el agua que se puede captar mediante el método antes mencionado.

La captación de agua de niebla se ha ido registrando a través del tiempo, comenzando por los habitantes de las Islas Canarias, en donde las tribus utilizaban el árbol Garoé, para poder obtener agua de niebla, lo cual les permitió desarrollar una agricultura en medio de falta del recurso hídrico. De la misma manera se ha ido implementando a través del tiempo, buscando nuevas formas y tecnologías que aporten una mejoría en cuanto a cantidad de agua captada y disminución de los costos de construcción de los captadores de agua de niebla.

Actualmente El Salvador cuenta con muchos sitios en los cuales se genera cierta neblina, esto debido a las características climáticas que este contiene, dentro de estos sitios se pueden mencionar algunos como El Pital, El Boquerón, Los Planes de Renderos, entre otros. Siendo además sitios en los que se podrían implementar de una manera más rigurosa la investigación sobre captadores de agua de niebla. Estos sitios antes mencionados tienen características climáticas similares a las de otros lugares del mundo en los cuales ya se ha realizado la implementación de estas tecnologías.

En la tesina de investigación se establecen las características para la elaboración de un sistema de atrapanieblas, además del establecimiento de las diferentes características climatológicas de lugares en los cuales se han establecido y se han realizado estudios sobre sistemas de captación de agua de niebla, con el fin de determinar un aproximado de la cantidad de agua que se podría recolectar en los diferentes sitios seleccionados de El Salvador según las características similares de los sitios.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En El Salvador el recurso hídrico es esencial para desarrollo diario de las personas, sin embargo, en el país hay muchos sitios en los cuales el acceso al agua es limitado y no pueden contar con este recurso tan invaluable, ya sea porque el lugar para poder obtener el agua está alejado, o porque las empresas que se encargan de brindar el servicio no tienen acceso al área. Según funde (2013) la problemática actual de los recursos hídricos se debe a: 1) la escasez física, debido a la disminución de la capacidad del territorio para infiltrar agua; 2) la contaminación del agua; 3) el uso y administración ineficiente del recurso, por la carencia de un marco legal y una institucionalidad acorde con las condiciones del país; y 4) la falta de sensibilización y concientización de la población para la protección y conservación de los recursos hídricos.

Además, hay factores climáticos que afectan al país, como lo son “El Fenómeno del Niño” en el cual suceden trastornos en los patrones de precipitación tropical y la circulación atmosférica que se dan en un periodo de cada 3 a 7 años. El Fenómeno del Niño genera sequías debido al calentamiento y la presión que se generan el Océano Pacífico, por lo tanto, la cantidad y la calidad de la de la producción agrícola y forestal se ven afectadas lo cual trae consigo efectos negativos para la sociedad y economía del país. Para Angel (s.f.) demuestra en su investigación “El fenómeno de “el niño” y el sector agropecuario y pesquero salvadoreño, que cuando ocurre este fenómeno se tiene una entrada tardía de la estación lluviosa y un déficit de las lluvias durante los meses de mayo a octubre, en especial desde el 10 de julio hasta el 20 de septiembre, donde hay una canícula más prolongada y más intensa de lo normal.

Es importante mencionar que el desarrollo de una sociedad se basa en la producción industrial, la cual puede llegar a constituir una carga considerable al medio ambiente generando desechos sólidos, líquidos y gaseosos durante los ciclos de producción, que afectan de manera directa o indirecta al ecosistema que rodea a estos sectores.

En muchos de los procesos industriales la utilización del recurso hídrico es esencial para la elaboración de sus productos, como menciona Velázquez (2021), para la elaboración de medi litro de Coca Cola se necesitan 34.5 litros de agua. Al observar esto es claro que la cantidad de agua que se utiliza en estas producciones genera una disminución en la cantidad de agua disponible para las comunidades aledañas afectando su desarrollo social, económico y su salud.

En el ámbito de crear tecnologías en pro de la sociedad y del medio ambiente se mencionar la metodología de la captación de agua la cual podría marcar un resultado positivo ante problemas de obtención de este recurso hídrico.

En cuanto a la captación de agua de niebla, hay diferentes estudios que demuestran la efectividad de los diferentes métodos para lograr obtener el recurso de esta manera, pero, para utilizar el agua de forma masiva y ser más eficiente, se requiere con urgencia pasar de la fase artesanal a la industrial, esto no quiere decir que se va a dejar el método tradicional, ya que no todos tienen la capacidad de realizar este cambio, pero se debe de buscar una eficiencia de los atrapanieblas, buscar maneras de reducir los costos de estos haciéndolos más resistentes y duraderos.

Por lo tanto, factores como los fenómenos naturales, la contaminación producida por los sectores industriales y humanos, contribuyen al cambio climático, influyendo así sobre las condiciones de las familias salvadoreñas. Por ende:

**¿Será que la elaboración de una guía para la construcción de un captador de agua de niebla incide en el aumento de ingreso del recurso hídrico en la población?**

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Desarrollar una guía para la creación de un captador de agua de niebla.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Explicar las características y el funcionamiento de un captador de agua de niebla.
- Establecer los materiales necesarios para la elaboración de un captador de agua de niebla.
- Determinar los costos para la elaboración de un captador de agua de niebla.

## **4. ESTADO DEL ARTE**

### **4.1 Investigación realizada en México**

Fonseca (2017), en su investigación titulada “Evaluación de la eficiencia de cinco materiales de malla para el sistema de atrapanieblas en el Municipio de Siachoque – Departamento de Boyacá” menciona que se logró establecer que existen materiales como la guata, tela quirúrgica, el tul o velo y el costal, que son diferentes a los convencionalmente utilizados en sistemas atrapanieblas, y que llegan a ser efectivos en diferentes niveles al ser utilizados para la captación de agua. Además, se corroboró la eficiencia de la malla Raschell o Polisombra como material convencional utilizado en sistemas de atrapanieblas, demostrando que es altamente funcional en la captación de agua, alcanzando un volumen de 26.975 cm<sup>3</sup> de agua durante el tiempo de duración de su experimento. Pero también menciona que, aunque el volumen de agua captada fue significativo, no siempre es suficiente para abastecer toda una comunidad, por eso debe ser tomada como una alternativa para predios o fincas pequeñas.

### **4.2 Investigación realizada en México**

Por otro lado Meléndez *et al.* (2015), en su investigación “Calidad del agua de la niebla captada artificialmente en la microcuenca del río pixquiac, veracruz, méxico: resultados preliminares” comparando los resultados de los análisis microbiológicos realizados en el agua en comparación a la NOM-127-SSA1-1994, para su posible uso como agua potable y la NOM-127-SSA1-1994, para su posible uso como agua de riego agrícola, concluye que el agua de niebla que captó durante su periodo de muestreo puede ser utilizada como agua de riego sin necesidad de recibir algún tratamiento ya que no supera los límites máximos de metales pesados plasmados en la norma, pero para que pueda utilizarse en el consumo humano debe someterse a tratamientos de purificación con un costo muy alto comparado con la que suministra el municipio a la población.

### **4.3 Investigación realizada en Colombia**

Para Castillo (2016), en su investigación titulada “Diseño de un sistema de recolección de agua por rocío y niebla para el abastecimiento de agua en la comunidad del barrio la esperanza, localidad de chapinero” se llegó a la conclusión que el modelo más idóneo, que permite la mayor captación de agua y de menor impacto ambiental es la estructura tipo colmena de cuatro niveles, ya que permite una mejor recolección de agua puesto que abarca todas las posibles direcciones del viento.

### **4.4 Investigación realizada en Ecuador**

La investigación de Hidalgo (2016), surgió como alternativa para dar solución a las comunidades campesinas de Galte, donde se presentan altos niveles de escasez de agua para riego (constituye el

80% del volumen de agua requerido) y consumo de animales, debido a la baja precipitación durante épocas de verano y las altas pérdidas de agua en los sistemas de riego. El objetivo del proyecto se centró en diseñar un sistema de atrapanieblas que satisfaga las necesidades hídricas para riego de las comunidades campesinas de Galte, Catón Guamote, Provincia de Chimborazo, Ecuador. Esta investigación permitió establecer que la niebla presentada en la zona de estudio generó en promedio entre noviembre de 2014 y febrero de 2015, entre cinco y seis litros de agua al día en cada atrapanieblas; aunque este volumen no es suficiente para satisfacer las necesidades de todos los cultivos de la zona, la instalación de estos colectores de niebla ayudó a regar parte de los terrenos ubicados en las zonas más altas y compensar la falta de agua en épocas de baja precipitación.

#### **4.5 Investigación realizada en Ecuador**

Vistin (2014), en el estudio de factibilidad para el aprovechamiento de agua por medio de dos tipos de neblinómetros en las tres cuencas de la Parroquia Achupallas, cantón Alausi, provincia de Chimborazo, determinó la factibilidad de dos tipos de neblinómetros o sistemas de atrapanieblas, utilizando dos tipos de materiales: sintético (Sarán 30%) y orgánico (yute); buscando determinar el beneficio – costo de cada prototipo y evaluar la calidad del agua capturada por cada uno de ellos. Los resultados de esta investigación muestran que en las tres cuencas donde se instalaron los neblinómetros de los dos materiales, se lograron volúmenes significativos de agua captada, la variación de volumen entre el yute y el sarán no fue mayor a los 1000 ml, por lo tanto, se aceptó la hipótesis nula en la cual se plantea que la eficiencia de los neblinómetros no difiere del material del cual está elaborado. Además, se agrega que la calidad del agua que es obtenida en malla de sarán si es apta para el consumo humano, en cambio con la de malla de yute no ya que esta altera la composición química del agua.

## 5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 5.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Vestigios de redes en Canarias.

La recolección de humedad atmosférica es una tecnología muy antigua que se ha redescubierto en tiempos modernos. Se cuenta con varios ejemplos alrededor del mundo que dan testimonio de esto. En las Islas Canarias, en la Cuenca de México y en Chile, donde se utilizaron se utilizaron tecnologías parecidas para este propósito. En las Islas Canarias, los habitantes, dedicaban un culto particular a un árbol, el Garoé, que les proporcionaba agua dulce en abundancia, ya que este árbol era capaz de captar agua de las nieblas y de las lloviznas, lo que permitió desarrollar una agricultura en medio de precipitaciones escasas (Pascual 2014).



Figura 1 El árbol Fuente El Garoé de las Islas de Hierro (Las Canarias). Fuente: Pascual, 2014.

La eficiencia de los “árboles fuente” se relaciona con la presencia de una niebla muy persistente, que se puede localizar en montañas a cierta altitud, además, la mejor captación de agua por medio de estos

árboles se da cuando los especímenes están aislados o agrupados en pequeños bosquecillos, pero los árboles fuentes solo se pueden localizar en bordes forestales. Actualmente en las islas canarias la captación de agua se lleva a cabo mediante diferentes técnicas, siendo unas de ellas las redes (Pascual 2014).

A inicios del siglo XX, el profesor alemán Marloth midió el agua que se podía coleccionar en Sudáfrica y publicó uno de los primeros artículos en un *journal* de ciencias sobre el tema. A mediados del mismo siglo, en islas de Hawai se hacían instrumentos para medir y utilizar el agua en zonas de niebla. Por ejemplo, en la isla de Lanai se plantaron cientos de araucarias en línea de cumbres que intercepta la niebla, con el fin de atrapar su agua y recargar los acuíferos (Cereda *et al.* 2014).

## **5.2 Captación de agua**

Para que los proyectos de captación de agua de lluvia horizontal puedan obtener los resultados deseados es importante tener en cuenta algunas variables del clima, condiciones del medio como la geomorfología, además la presencia de componentes del ecosistema como la vegetación y los elementos antrópicos como la presencia de fuentes contaminantes o la presencia de edificaciones que obstaculizan la movilidad del viento (Mendoza y Castañeda 2014).

### **5.2.1 Humedad atmosférica**

La humedad de la atmósfera se considera normalmente como una mezcla de dos componentes: aire seco y vapor de agua. La capacidad de la atmósfera para recibir vapor de agua que se relaciona con los conceptos de humedad absoluta, que corresponde a la cantidad de agua presente en el aire por unidad de volumen de aire (Meruane y Garreaud 2006).

El vapor de agua presente en la atmósfera se constituye en uno de los más importantes elementos en la determinación de las condiciones del tiempo y el clima de la tierra a pesar que solo representa el 2% de la masa de la atmósfera (Monery 2015).

### **5.2.2 Precipitación**

Precipitación es cualquier agua meteórica recogida sobre la superficie terrestre. Esto incluye básicamente: lluvia, nieve y granizo. (También rocío y escarcha que en algunas regiones constituyen una parte pequeña pero apreciable de la precipitación total) (Sánchez s.f).

**Según Sánchez (s.f) en relación a su origen, pueden distinguirse los siguientes tipos:**

- Las **ciclónicas**: son las provocadas por frentes asociados a una borrasca o ciclón. La mayor parte del volumen de precipitación recogido en una cuenca se debe a este tipo de precipitaciones.
- Las de **convección**: se producen por el ascenso de bolsas de aire caliente; son las tormentas de verano.
- Las de precipitaciones **orográficas**: se presentan cuando masas de aire húmedo son obligadas a ascender al encontrar una barrera montañosa.

### **5.2.3 Lluvia horizontal**

La lluvia horizontal es un fenómeno natural propio de bosques nublados presentes en zonas de gran altitud. Este es producto del choque constante de nubes bajas o bruma con la vegetación presentes en estas áreas. Esto ocasiona que las plantas condensen la humedad del ambiente formando gotas de agua, las cuales se precipitan engrosando los caudales de aguas subterráneas, ríos y arroyos (Geograpico 2012).

### **5.2.4 Rocío y punto de rocío.**

En noches de cielo despejado, viento flojo o encalmado y aire algo húmedo, la tierra se enfría por irradiación, y el aire que descansa sobre el suelo se enfría también. Entonces, el vapor de agua contenido en ese aire claro, situado junto a la superficie, se enfría y da lugar a la condensación del vapor en gotitas de agua que aparecen sobre las hojas, césped, paja, etc. (García s.f.).

El punto de rocío es la temperatura a la cual se debe enfriar el aire para que el vapor de agua se condense en rocío o escarcha. A cualquier temperatura hay una cantidad máxima de vapor de agua que puede contener el aire. Esta cantidad máxima se llama presión de saturación de vapor de agua. La adición de más vapor de agua produce condensación (García s.f.).

### **5.2.5 Condensación**

Es el paso del agua de estado gaseoso a líquido cuando la presión de vapor de agua (PV) es mayor que la presión de vapor de saturación (PVS). Este hecho puede producirse por que aumente PV o por que descienda PVS. La causa fundamental de un descenso en PVS son los descensos de temperatura (Mecanismos de condensación... S.f).

**Según Ruiz (S.f.), los tipos de condensación son:**

**5.2.5.1 Condensación homogénea:** es el fenómeno en el que gotas crecen de tamaño en un vapor sobresaturado en un flujo libre. “Sobresaturación” es el término usado para el vapor de agua con una presión parcial mayor que la presión de saturación a la temperatura dada. El vapor se condensa como gotas suspendidas en una fase gaseosa para formar neblina.

**5.2.5.2 Condensación heterogénea:** Se presenta cuando las gotas de agua se forman sobre partículas llamadas núcleos de condensación, estos deberán ser solubles en el agua para que se pueda producir la condensación sin presentar altos niveles de sobresaturación.

### **5.3 Niebla**

La niebla es un hidrometeoro formado por un conjunto visible de gotitas de agua (o cristales de hielo), lo suficientemente pequeñas para mantenerse suspendidas en la atmósfera cerca de la superficie terrestre. Por lo general, la niebla reduce la visibilidad horizontal a menos de 1 kilómetro a nivel de la superficie terrestre y es un fenómeno meteorológico relativamente frecuente en las Islas, montañas y zonas costeras (Marzol 2006).

### **5.4 Formación de niebla.**

Una de las causas de la formación de las nubes y niebla se debe a la presencia de anticiclones o centros de alta presión. El Anticiclón del Pacífico Suroriente está presente frente a las costas de Ecuador, Chile y Perú. Éste produce una inversión térmica por subsidencia, es decir, aire descendente desde la alta atmósfera que se calienta por compresión. Esto se debe al calentamiento adiabático de las capas intermedias de la atmósfera, provocado por el movimiento descendente de aire de los centros de alta presión (Cereda et al. 2014).

### **5.5 Tipos de niebla**

Pascual (2014), menciona que las nieblas se clasifican debido a sus procesos físicos que las conforman, se encuentran las nieblas por evaporación y nieblas por enfriamiento.

**Según Pascual (2014), las nieblas por evaporación se clasifican:**

**5.5.1 Niebla frontal:** se genera al agregarle humedad al aire frío, dado que la capacidad del aire para sustentar el vapor de agua a bajas temperaturas es pequeña, se demanda mucha evaporación adicional para producir la saturación y formación de niebla.

**5.5.2 Niebla de vapor:** este tipo de niebla se produce al momento que el aire frío se conduce sobre agua cálida y se produce evaporación desde la superficie del agua. El vapor se eleva, al combinarse con el aire frío se satura produciéndose la condensación en forma de vapor.

**Según Pascual (2014), las nieblas por enfriamiento se clasifican:**

**5.5.3 Niebla de advección:** se genera cuando una masa de aire húmedo y cálido se desplazan horizontalmente sobre una superficie fría. La niebla se crea en la parte inferior de la masa de aire que se desplaza. Debido a que lo frío de la superficie hace llegar al punto de rocío a la masa de aire, produciendo niebla.

**5.5.4 Niebla de radiación:** se produce en las noches, debido al enfriamiento de las capas de aire que están cerca de la superficie; el vapor contenido en la masa de aire, se enfría hasta llegar al punto de rocío y volverse niebla.

**5.5.5 Niebla orográfica:** se genera cuando una masa de aire húmeda y cálida se conduce hacia la montaña; al elevarse por la pendiente de la montaña, se expande y enfría; llegando al punto de rocío, formando niebla.

## **5.6 Neblinómetros**

La medición de la niebla se hace a partir de medidores de niebla (neblinómetro) o parámetros asociados a la niebla (humedad relativa, punto de rocío y temperatura). Los neblinómetros son dispositivos que permiten medir directamente la cantidad de agua líquida existente en la niebla, existen neblinómetros simples elaborados con mallas semejantes a los captadores de niebla, con una dimensión de 1.00 m x 1.00 m a una altura del nivel del suelo de 2 m (Schemenenauer R 2010).

## **5.7 Malla atrapanieblas**

De acuerdo a Cereceda *et al.* (2014), consiste en una malla que atrapa gotitas de agua de niebla, una estructura que la soporta y una canaleta en la parte inferior de la malla a la que escurre por gravedad. La eficiencia de colección se puede descomponer en otras tres eficiencias: la eficiencia aerodinámica, la eficiencia de deposición y la eficiencia de drenado. El papel que cumple la malla en esta eficiencia de colección es entonces fundamental.

Para entender la eficiencia aerodinámica de colección, hay que tener en cuenta que la malla es una obstrucción para el flujo de la niebla. Consecuentemente, parte del flujo pasará por los alrededores de la malla. La fracción de niebla que pasa a través de la malla depende de su permeabilidad, que es

función inversa del coeficiente o porcentaje de sombra  $s$ , y de las características del tejido de la malla (Cárdenas y Moncayo 2017).

Por otro lado, la cantidad de gotitas de agua que chocan con los filamentos de la malla es función directa de la fracción de sombra. Es fácil ver que existe una fracción de sombra óptima para cada malla: si es muy grande pasará muy poca niebla, si es muy chica, pocas gotas chocarán con los filamentos (Cereceda *et al.* 2014).

### **5.8 Construcción de atrapanieblas**

Según López (1989), en el artículo “Las Camanchacas en la Producción Animal” menciona la siguiente información sobre la construcción de atrapanieblas:

- Se deben ubicar donde haya mayor frecuencia de camanchacas y estas sean más densas. Esto ocurre de preferencia, entre los 600 y 1,000 m.s.n.m y donde haya más viento que produzca cierto flujo de niebla como es el caso de los lugares con “efecto portezuelo”.
- Su orientación debe ser perpendicular a la dirección del viento predominante que empuja la niebla costera hacia el interior.
- Los captadores más eficientes son los planos simples. Es decir, los de formas cilíndricas, hexagonales, en V, en U o en cualquiera otra forma más compleja, son menos eficaces. Los captadores formados por cortinas múltiples, dos o cuatro, aunque aumenta la captación en pequeñas proporciones, no se justifican por su mayor costo y complejidad.
- En cuanto a sus dimensiones, aunque las formas cuadradas son las más eficientes, por la facilidad de construcción y menores costos, se sugiere rectangular, de 12 x 4 m. Estas dimensiones probaron en la práctica, ser la más convenientes.
- Con respecto al material captador, el más adecuado es la malla RASCHEL de 35 por ciento puesta en doble paño.

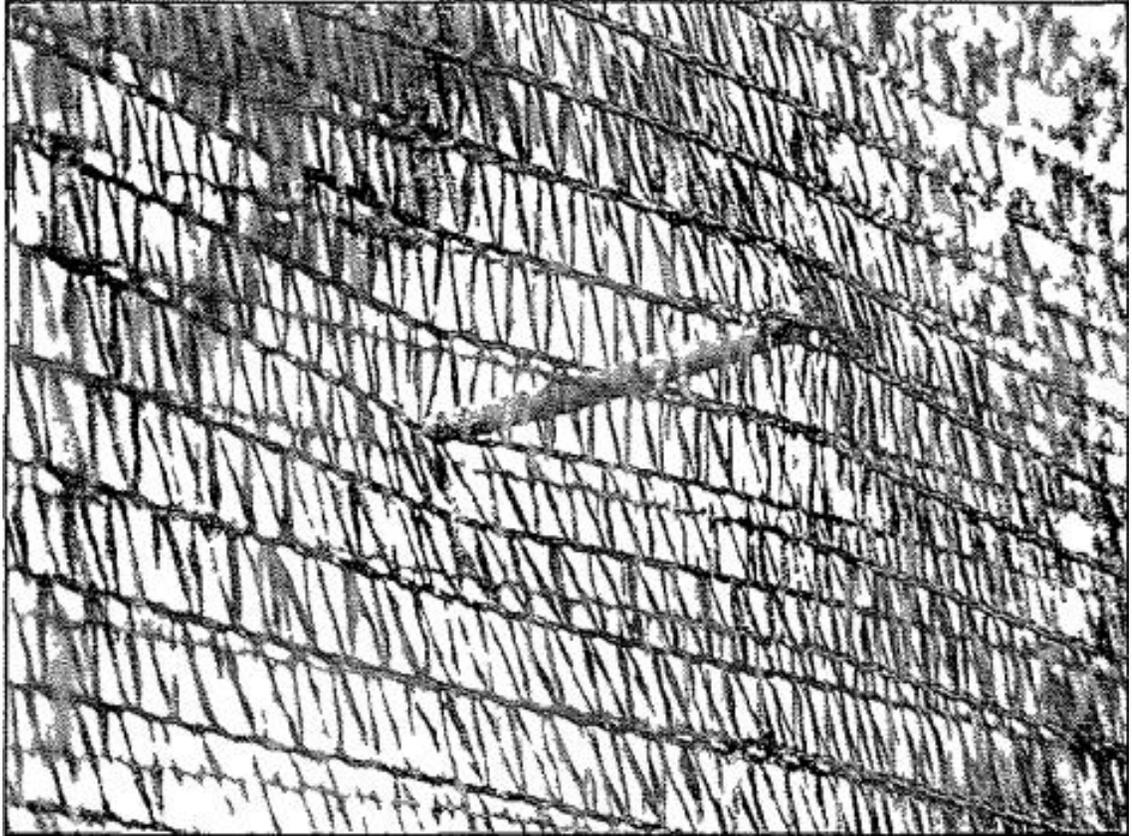


Figura 2 Malla Raschel de 35% de sombra en doble paño. Fuente: López 1989.

Para López (1989) los materiales para la construcción de un atrapanieblas simple son los que se describen a continuación:

- Dos postes de pino impregnados, de 6 m de largo y de 8" de diámetro. Estos postes van distanciados a 12 m entre sí y empotrados en cemento. La duración esperada de los mismos es de 30 años.

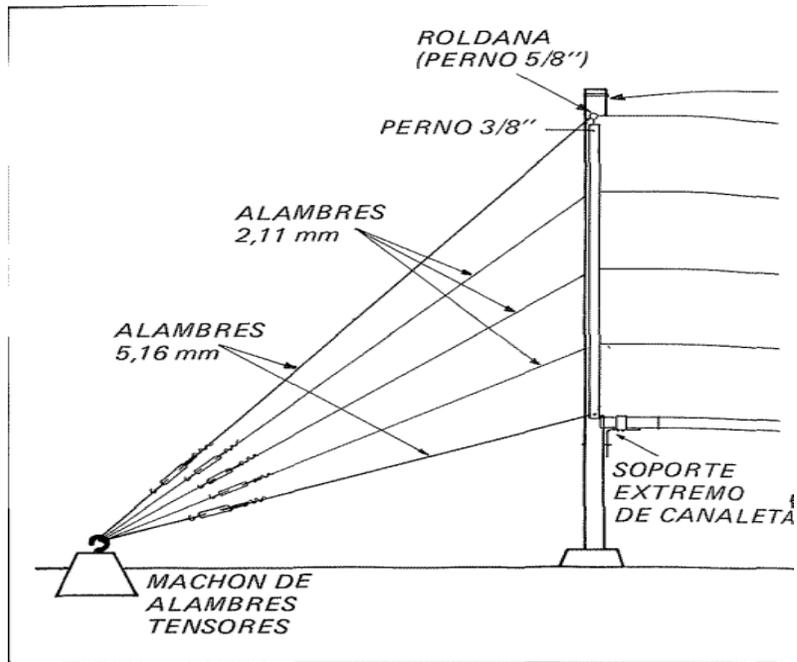


Figura 3 Sistema de anclaje. Fuente: López 1989.

- Sistemas de anclajes. Como puede ser apreciado en la figura 3, se necesitan por lo menos 6 anclajes para amarrar los cables y tirantes que sujetan los postes y la malla. En caso de que exista demasiado viento se puede aumentar a 8 anclajes para asegurar de mejor forma la malla.
- Sistemas de cables y tensores. Su función es dar estabilidad a los componentes del captador y ductos, y permitir que funcionen en las mejores condiciones con máxima duración. Todos los cables y tensores deben ser de materiales inoxidables o estar protegidos para evitar la oxidación producida por las condiciones de humedad que imperan en los captadores (figura 4).

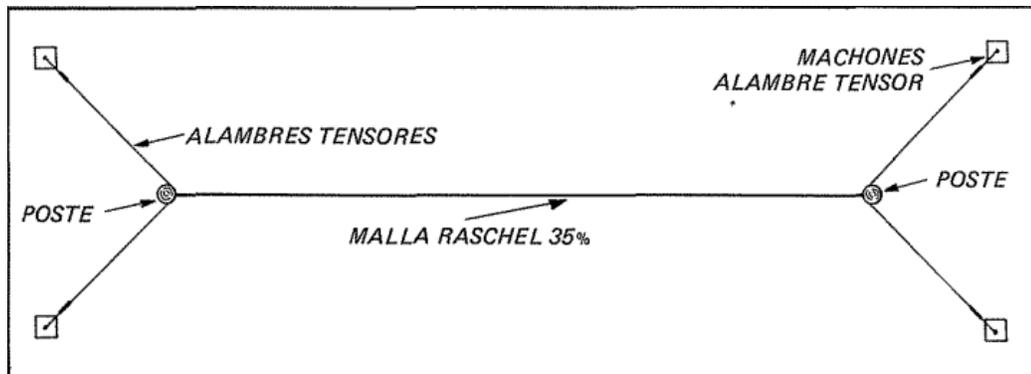


Figura 4 Sistemas de cables y tensores. Fuente: López 1989.

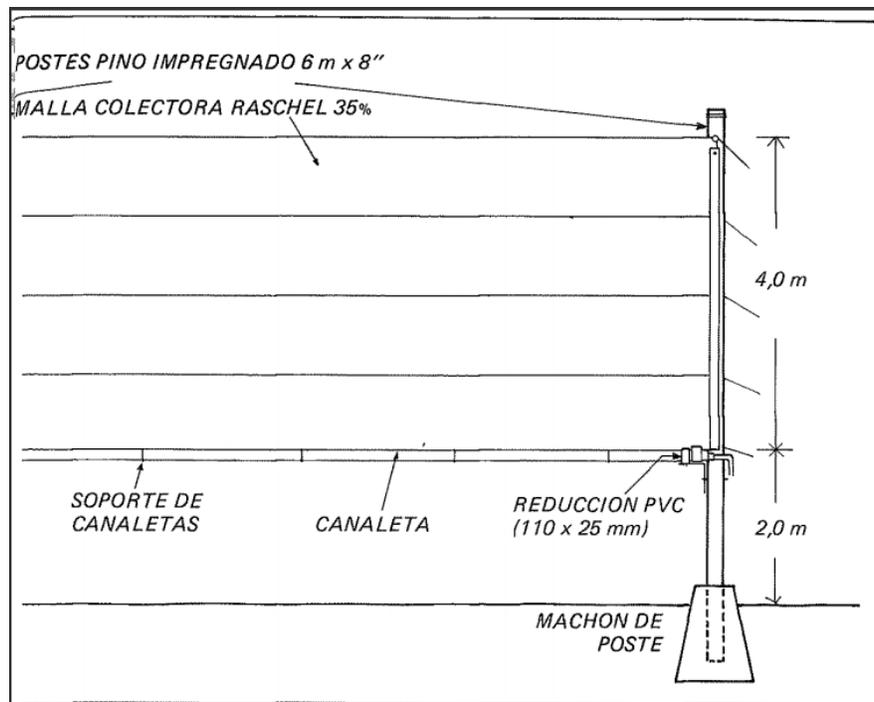


Figura 5 Soportes de la estructura. Fuente: López 1989.

- 30 kg de cable de 5.16 mm de diámetro, de fierro galvanizado con cubierta de PVC. El cable que va en la parte inferior del atrapanieblas, es el que sostiene la malla y por lo tanto es el principal soporte de la estructura. Además, se usa como tirantes o vientos de los postes. La cantidad indicada puede aumentar si los anclajes van más distanciados o los postes necesitan un mayor número de vientos.
- 10 kg de cable de 2.11 mm de diámetro, de fierro galvanizado con cubierta de PVC. Son los tres cables intermedios que evitan que la malla se combe demasiado con el viento, y el agua escurra fuera de la canaleta.
- 16 tensores de fierro galvanizado, inoxidable. cada uno de los 5 cables que sostienen la malla captadora lleva un tensor en cada extremo. Los seis anclajes de los postes, llevan un tensor cada uno. En caso de que los postes, por las condiciones del lugar necesiten más tirantes, se necesitará un tensor por cada uno de ellos.
- 24 m de malla de 4 m de ancho (96 m<sup>2</sup>) tipo RASCHEL de fabricación chilena, de 35 por ciento de sombra. Su duración se estima en 6 años u este lapso es el que determina el tiempo de reconstrucción de los atrapanieblas.
- 4 tablitas de madera de 3'' x 1.5'' y 4 m de largo. Estos sirven para aprisionar la malla contra los postes y evitar desgarros.

- 2 pernos hexagonales 5/8" con tuerca hexagonal y golilla para la roldana.
- 2 roldanas de 1/2".
- 2 ángulos.
- 4 pernos hexagonales de 3/8" con tuerca y golilla.

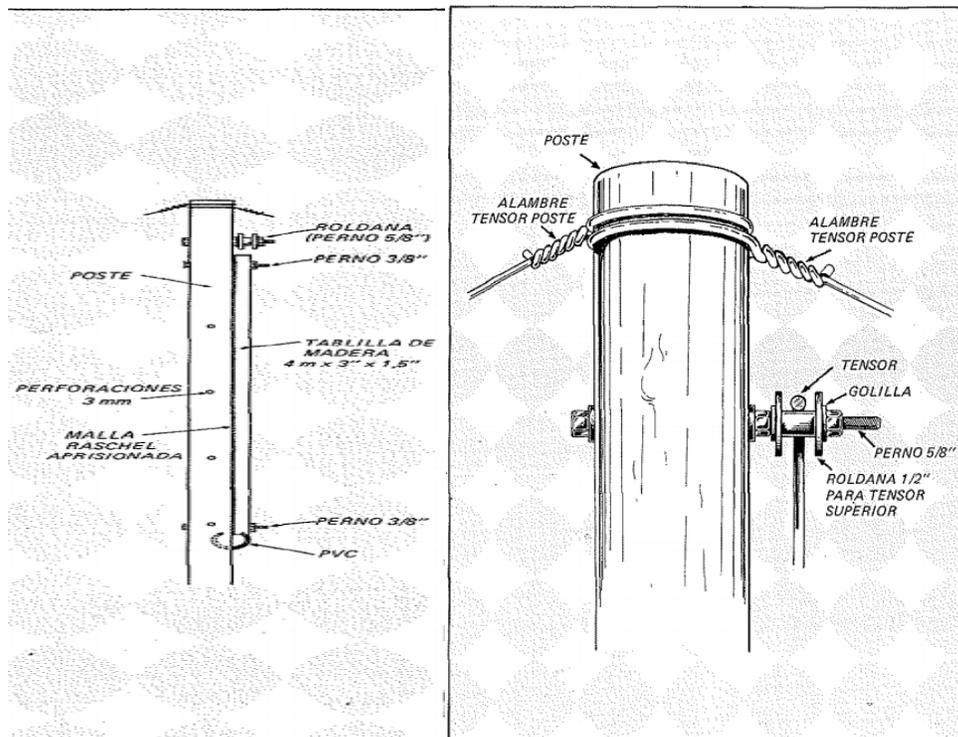


Figura 6 Estructuración de los postes/soportes. Fuente: López 1989.

- 12 m de cañería de PVC de 110 mm de diámetro. A este tubo se le saca un 25 por ciento de su circunferencia. Esta canaleta va en la parte inferior de la malla captadora, y es la que colecta el agua que escurre por la malla. Va colgada de último cable del captador, amarrado a él mediante un alambre revestido de PVC de 2.11 mm de diámetro.
- 1 reductor de PVC (110 x 25 m) que conecta la canaleta colectora con la matriz que recoge el agua de los captadores.
- Los materiales suficientes para el concreto que se ocupará en los pollos de los postes y anclajes: cemento, arena, etc. El fierro al que van sujetos los cables y tirantes, debe ser de construcción de 3/4" de diámetro.
- Estanque almacenador del agua captada. La capacidad de este estanque se calcula de acuerdo a la cantidad de captadores, al rendimiento por m<sup>2</sup> y número de días en que no hay captación.

## 5.9 Funcionamiento del captador de agua de niebla

Esta tecnología funciona imitando el mecanismo de captación de agua de niebla de los árboles y otras especies vegetales, pero usando para ello mallas plásticas. El mecanismo de captación es muy simple: las mallas plásticas, dispuestas verticalmente sobre dos postes e instaladas estratégicamente en determinadas zonas altas de montaña, interceptan las nieblas que, empujadas por el viento, las atraviesan. Las gotas de agua presentes en la niebla, al atravesar la malla, chocan contra los hilos de la misma y a medida que crecen por el impacto de nuevas gotas, caen por gravedad deslizándose hasta una canaleta situada en la parte inferior y posteriormente, hasta un depósito de almacenamiento. La malla más utilizada y que ha dado los mejores rendimientos hasta la fecha, es usada típicamente en agricultura como material de sombreado o cortavientos, lo que da a entender su durabilidad y bajo coste. Estudios previos han comparado distintos tipos de malla, habiendo comprobado que no todas las mallas agrícolas dan el mismo rendimiento. Las más eficientes en la captura de agua de niebla son las mallas de tipo raschel con un porcentaje de sombreado en torno a un 35%, lo que asegura que la niebla, empujada por el viento, podrá atravesar la malla, quedándose las gotas adheridas a la misma. Si la malla es demasiado tupida, actuará como barrera y la niebla pasará el panel captador por encima, mientras que, si la malla es demasiado transpirable al viento, las gotas de agua la atravesarán sin adherirse a la misma (Cereda et al. 2014).

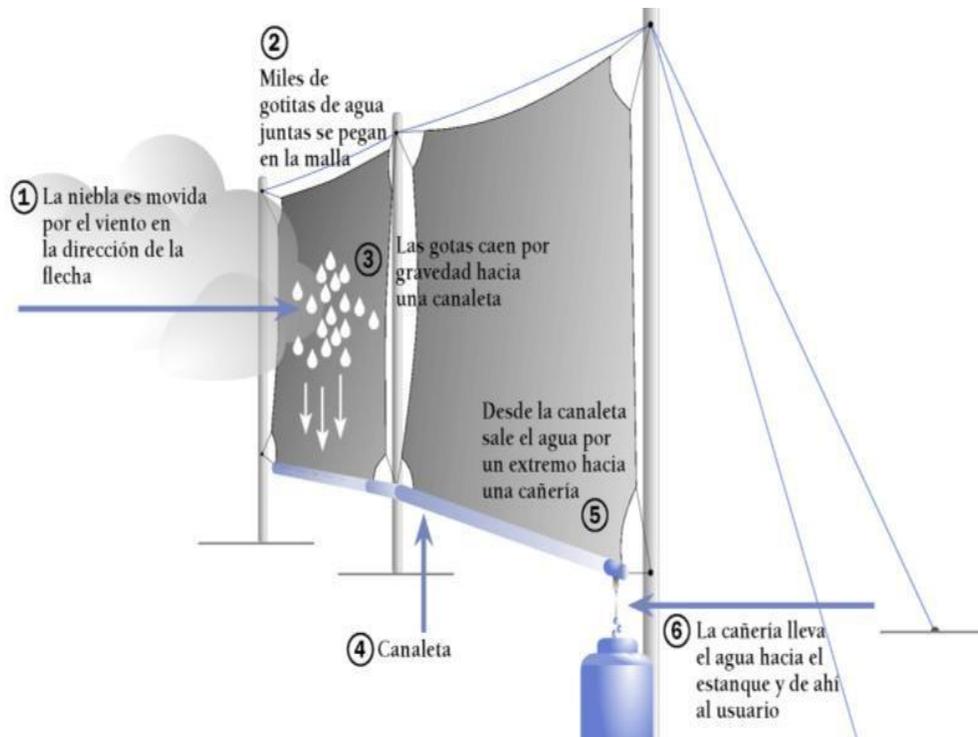


Figura 7 Ejemplo de atrapanieblas tipo plano Fuente: Cereda et al. 2014

La tecnología de captación de agua de niebla, conocida también como atrapanieblas, permite la obtención de una fuente adicional de agua, de forma sostenible, y con un elevado potencial de autoconstrucción y autogestión. Históricamente Chile ha sido el país pionero en la aplicación y desarrollo de la misma, aunque también, ha sido implementada en otras partes del mundo, como en las Islas Canarias (España), Perú, Ecuador, República Dominicana, Sudáfrica, Nepal, Cabo Verde, Namibia, México, Israel, Arabia Saudita, Yemen y en el Sultanato de Omán donde se está usando el sistema de atrapanieblas con malla de acero, con un resultado muy exitosos (Pascual 2011)

Las condiciones necesarias para el aprovechamiento de niebla están basadas en los factores climáticos y geográficos. Los factores climáticos a tomar en cuenta son la temperatura, humedad relativa del aire, velocidad y dirección del viento; los factores geográficos son los obstáculos, la orientación, altitud y orografía, los cuales se resumen básicamente en que debe existir niebla densa, persistente y que se conduzca a ras de suelo. En las áreas que cumplen estas condiciones, es probable que las pequeñas gotas de agua que se encuentran suspendidas (1 a 40micrones) sean captadas por sistemas de atrapanieblas y su volumen pueda ser aprovechado para diversas finalidades (Cereda et al. 2014).

Tabla 1 Principales características de la masa nubosa para su aprovechamiento en un sistema de captación de agua de niebla. Fuente: Cereda et al. 2014

<b>Variables</b>	<b>Características</b>
Estabilidad	Se presenta en la mayor parte del año
Espesor vertical	Entre 200 y 400 m
Altitud	Entre 600 y 1000 m.s.n.m
Contenido de agua	0.22g m <sup>-3</sup> a 0.73 g m <sup>-3</sup>
Tamaño de las gotas	10.8 a 15.3 micrones
Concentración del agua	400 gotas cm <sup>-3</sup>

### **5.10 Otros materiales que se pueden emplear para condensar el agua**

Según Pascual (2014), los materiales que se pueden usar para utilizar en un atrapanieblas son:

- a) Sacos de rafia (polipropileno laminado) acondicionados.
- b) Plástico de invernaderos, manipulado para establecer una forma de malla.
- c) Tiendas de campaña desechadas.
- d) Mosquiteras manipuladas.
- e) Telas o trapos (como una opción menos eficiente).

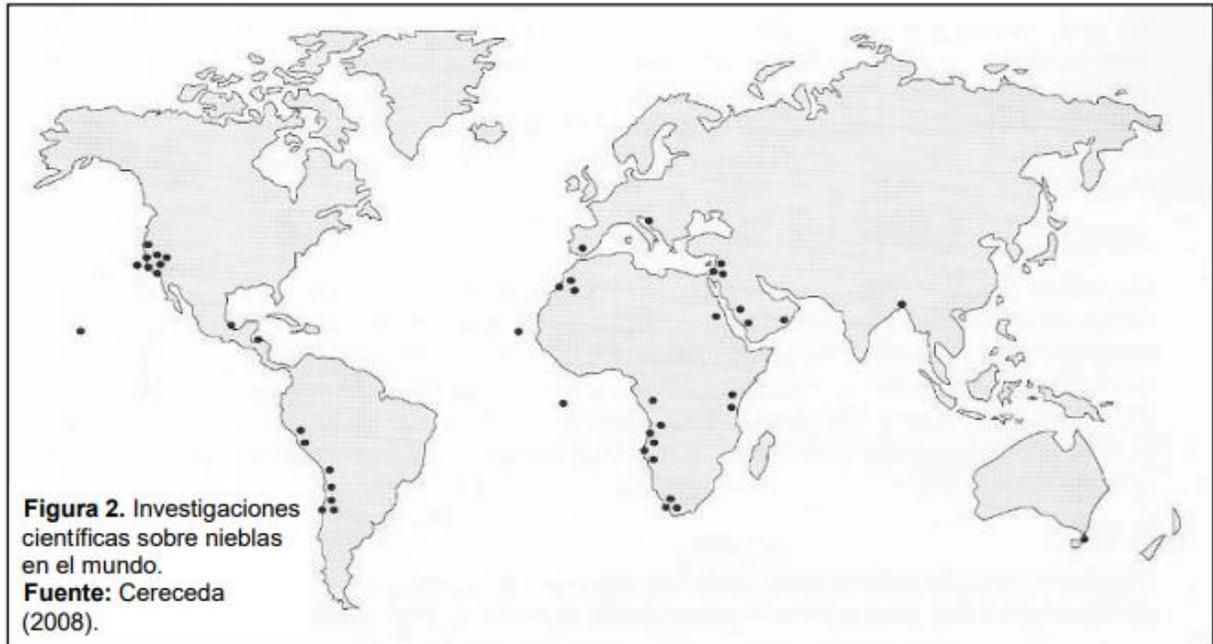


Figura 8 Países que han hecho uso del sistema de captación de agua de niebla. Fuente: Cereda et al. 2014

### 5.11 Volumen de agua captado

De acuerdo con FAO (2013), el volumen de agua que se puede captar depende de los siguientes factores:

- Concentración de agua de niebla.
- Velocidad de desplazamiento de la masa de niebla a través de la malla.
- Dimensión de la cortina de malla.
- Tiempo de captación considerado.
- Eficiencia de aprovechamiento (volumen efectivamente atrapado del agua que pasa por la malla como niebla, llega a la canaleta de captación y baja por la tubería).

### 5.12 Tipos de captadores de agua de niebla

#### 5.12.1 Atrapanieblas Macrodiamantes

Quintanilla *et al.* (2009), mencionan que en 1958 el apodado “Padre de los Atrapanieblas”, desarrolló el primer artefacto para la captación de agua de niebla, con un diseño estructural tridimensional poliédrico, compuesto por tubos revestidos y una malla tipo Raschel. En la figura 9 se puede ver que el diseño estructural cuenta con múltiples paneles que permiten omitir la variante de la dirección del viento, haciendo más eficiente la captación del agua de niebla e incrementando la resistencia estructural en temporada de fuertes vientos. El diseño de este Atrapanieblas debe regirse a una altura

igual o mayor a los 10 metros, brindando un rendimiento promedio de 4.0 L/día por metro cuadrado (Cereda et al. 20014).

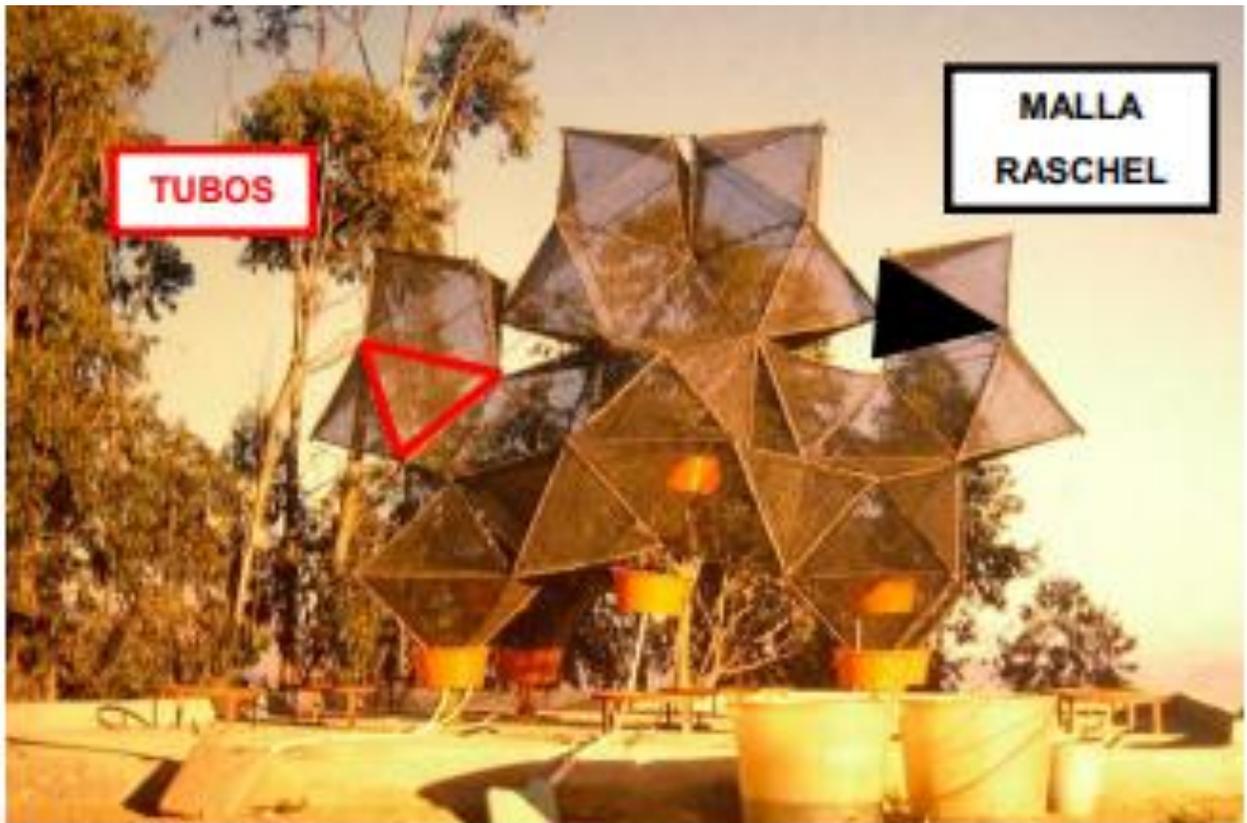


Figura 9 Atrapanieblas tipo macrodiamante

### 5.12.2 Atrapanieblas Cilíndrico

Cereda *et al.* (20014), menciona que este atrapanieblas se desarrolló en 1980, el cual consta de hilos verticales de polietileno y un bidón de metal, siendo poseedora de una alta eficiencia, además, de una gran resistencia ante vientos fuertes, debido a su altura de 2.00 m. Este tipo de atrapanieblas de forma cilíndrica, la primera noche que se instaló se logró acumular 5.75 litros de agua. (Fig. 10).

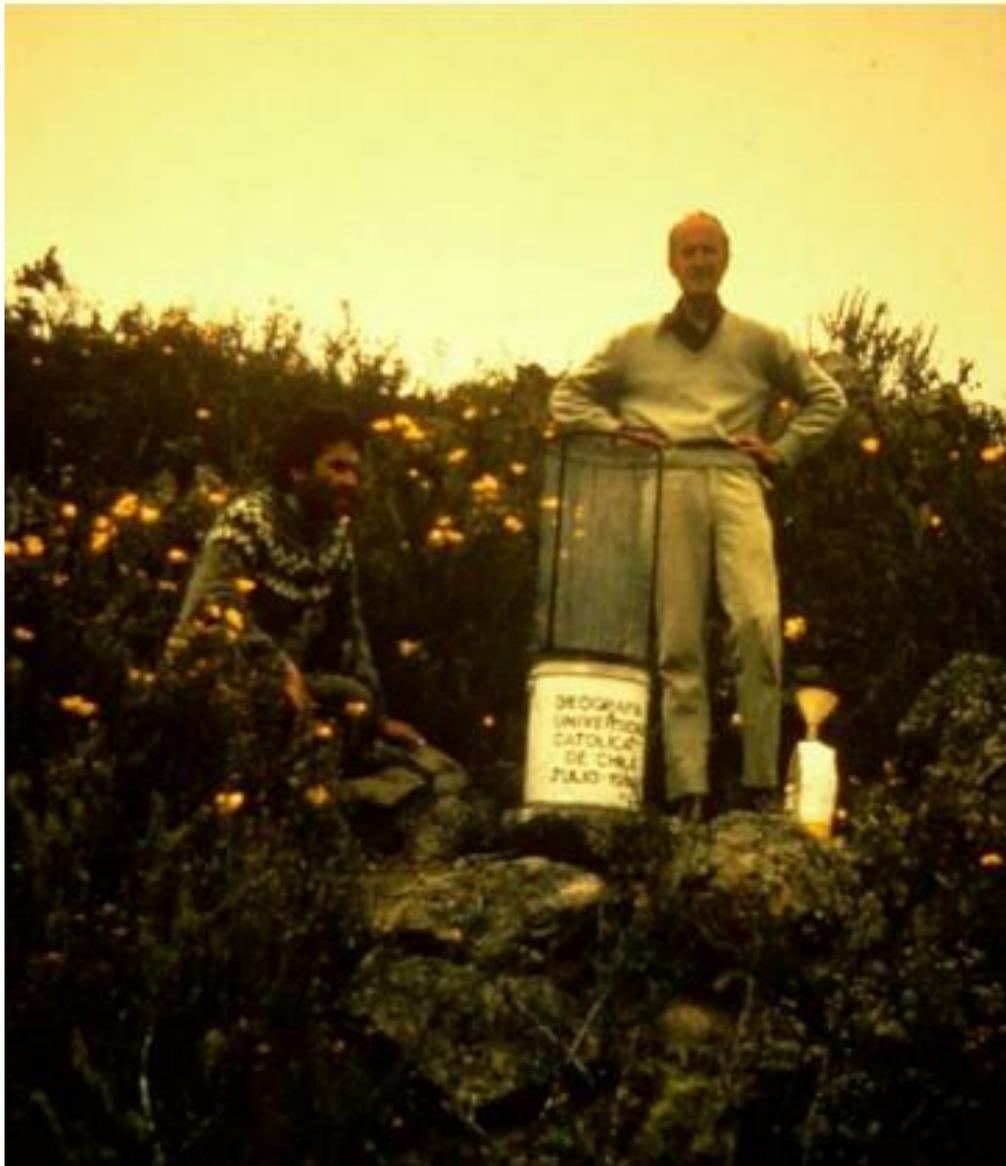


Figura 10 Atrapanieblas cilíndrico. Fuente: Cereda et al. 20014

### 5.12.3 Atrapanieblas Bidimensional

Es un atrapaniebla compuesto estructuralmente por dos pilares a una separación promedio de 12.00m y una altura de 4.00m que, para mejorar su estabilidad, se colocan tensores. La disposición de este atrapanieblas se debe de ubicar en sentido perpendicular a la dirección del viento. El área ocupada por cada una de estas estructuras es de alrededor de 48.00m<sup>2</sup> por malla. Con este tipo de atrapanieblas se logró conseguir un caudal promedio de 8.0 l/m<sup>2</sup>/día (Cereda et al. 20014).



Figura 11 Atrapanieblas Bidimensional. Fuente: Cereda et al. 20014.

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1 Ubicación del estudio**

La investigación se realizó de forma bibliográfica en base a datos climatológicos de El Salvador, el cual limita al Norte y al Este con Honduras, al Oeste con Guatemala y al Sur con el Océano Pacífico. Al Este, tiene frontera marítima con Nicaragua, en el Golfo de Fonseca, poseyendo una extensión territorial de 21,041 km<sup>2</sup>.

En condiciones entre 600 y 1000 m.s.n.m, con coordenadas geográficas de latitud 13.794185 N y longitud -88.89653 O. Con una temperatura diaria promedio de 24.5°C, con una humedad relativa de 82% y rumbo Norte y Noreste del viento predominante.

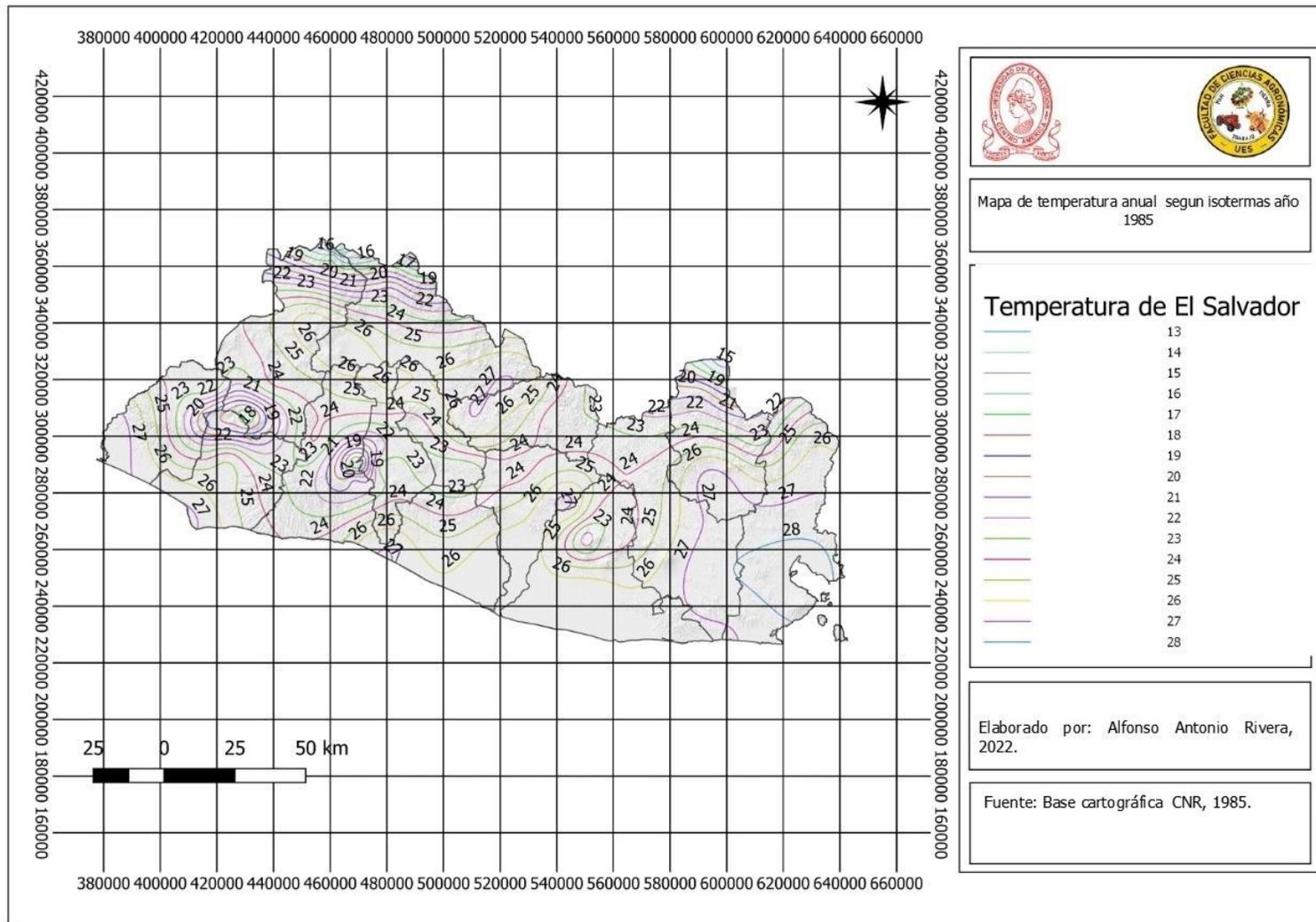


Figura 12 Mapa de temperaturas de El Salvador según sus isotermas. Fuente: Base cartográfica CNR 1995.

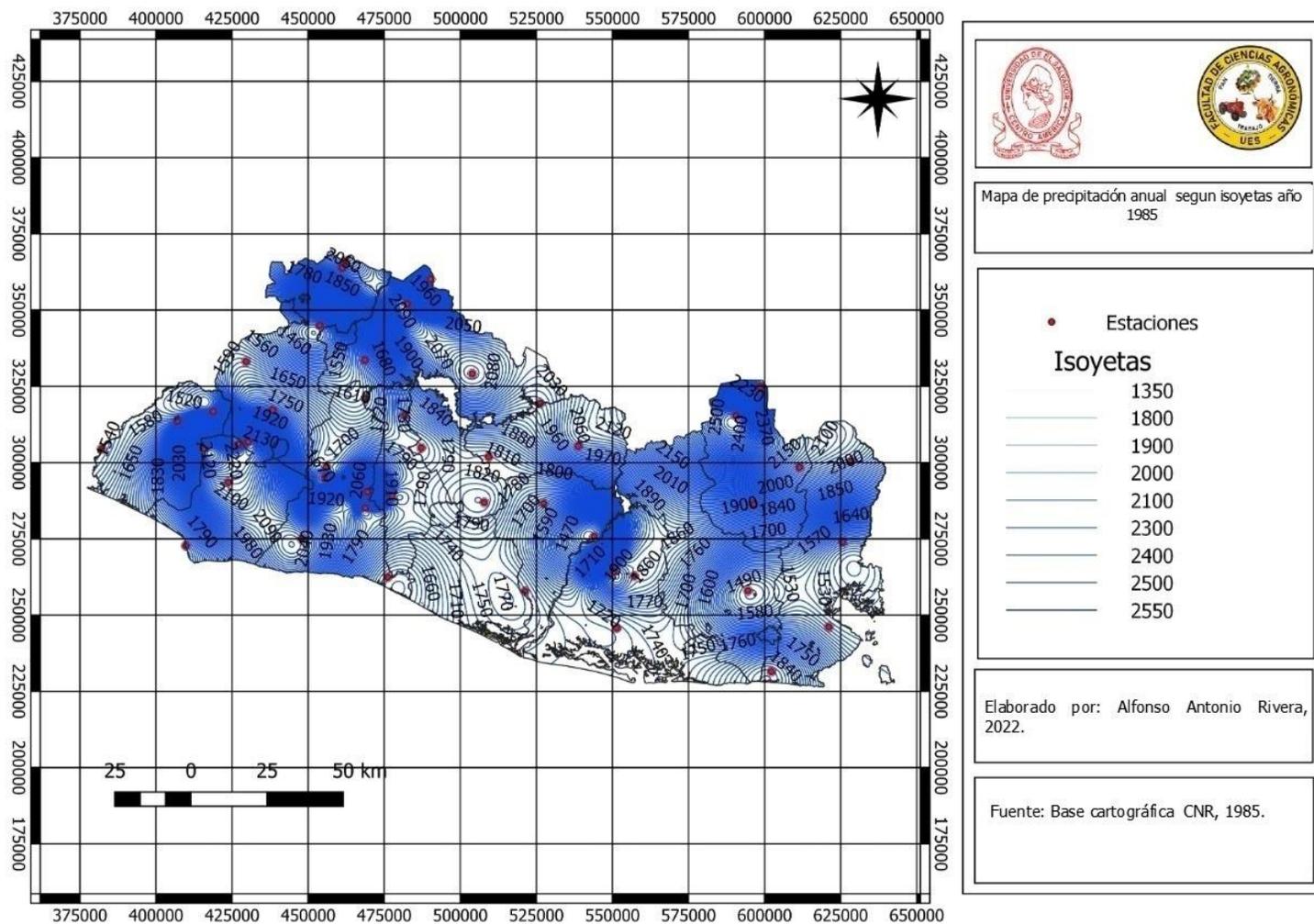


Figura 13 Mapa de precipitaciones de El Salvador según sus isoyetas. Fuente: Base cartográfica CNR 1985.

## **6.2 Tipo de investigación**

Esta investigación es considerada de tipo histórica y revisión de registros en el tiempo, ya que lo que se busca es analizar todos los eventos relacionados al tema que se realizaron previamente a esta investigación y de esta manera poder comparar estos datos con el presente, además de realizar análisis de la información que ya se posee sobre el tema objetivo o estudiado.

## **6.3 Revisión bibliográfica**

Por medio de esta fase se logró identificar a partir del problema se analizaron todos los factores involucrados (causas y efectos), para luego realizar una investigación bibliográfica, en libros, revistas, tesis, artículos científicos.

### **6.3.1 Recolección de datos**

Se presenta una tabla en la cual se muestran diferentes sitios en el mundo y las características climatológicas que poseen, así también el tipo de captador de niebla que se instalaron en los sitios.

Dentro de las características se puede encontrar: altitud, temperatura, precipitación anual, humedad relativa, velocidad del viento, material base del atrapanieblas, agua captada y presión atmosférica. Además, que se realizó el análisis de lugares en donde se utilizó el mismo tipo de captador de agua de niebla.

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Tabla de lugares con proyectos de atrapanieblas y sus características

Tabla 2 Características de sitios con instalación y funcionamiento de atrapanieblas

LUGAR/PAÍS	Altitud m.sn.m	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (km/h)	Material del atrapanieblas	Agua captada en litros	Presión atmosférica (hPa)
Tumbaco/Ecuador	2,320	14.13°C	2,877	70.5	21	En base de mallas Raschel	1.75 l/m <sup>2</sup> /día	1,027
Los Chillos/Ecuador	2,500	8 – 29°C	2,877	72.4	25	En base de mallas Raschel	2.00 l/m <sup>2</sup> /día	1,026
La Tola/Colombia	2,531	24°C - 30°C	256	73.8	6	En base de mallas Raschel	2.57 l/m <sup>2</sup> /día	1,011
Cerro Moreno/Chile	1,290	14°C – 19°C	2,519	88	18	En base de mallas Raschel	8.26 l/m <sup>2</sup> /día	1,015
El Tofo/Chile	1,065	14°C – 24°C	150	76	18	En base de mallas Raschel	2.98 l/m <sup>2</sup> /día	1,012.5
Parque Nacional del Bosque de Fray Jorge/Chile	560	13 °C	147	85	0.83	En base de mallas Raschel	2.64 l/m <sup>2</sup> /día	1,017
Santuario Padre Hurtado/Chile	600	12°C – 15°C	119	35	8	En base de mallas Raschel	5.4 l/m <sup>2</sup> /día	1,013
Cerro Falda verde/Chile	702	14°C – 22°C	0.73	73	18	En base de mallas Raschel	6.7 l/m <sup>2</sup> /día	1,013
Iquique (alto patache) /Chile	4	19°C – 24°C	50	80	10-22	En base de mallas Raschel	7.81 l/m <sup>2</sup> /día	1,016
Cerro Orara/Perú	430	18°C – 20	10.5	81.3	15	En base de mallas Raschel	5.8 l/m <sup>2</sup> /día	1,017.1
Chiapas/México	550	18°C – 28°C	1,200	61.4	40	En base de mallas Raschel	0.5 l/m <sup>2</sup> /día	1,014
Ciudad del Cabo/Sudáfrica	1,590	15°C – 17°C	500	95	10	En base de mallas Raschel	5.4 l/m <sup>2</sup> /día	1,012
Lepelfontein/Sudáfrica	214	25°C	72	45	18	En base de mallas Raschel	5.5 l/m <sup>2</sup> /día	1,013
Soutpansberg/Sudáfrica	1,747	16°C – 40°C	200-600	58	19	En base de mallas Raschel	2 l/m <sup>2</sup> /día	840

<b>Hajjah/República de Yemen</b>	1,800	35°C	7	79	5	En base de mallas Raschel	9.5 l/m <sup>2</sup> /día	971
<b>Islas Canarias (El Gaitero/España)</b>	1,745	12°C – 13°C	324	62.8	8-35	En base de mallas Raschel	1.8 l/m <sup>2</sup> /día	1,020
<b>Alicante (El Montgó) / España</b>	753	17.7°C	279	70.9	3	En base de mallas Raschel	5.6 l/m <sup>2</sup> /día	1,027.1

Adaptado de Pascual 2014.

## 7.2 Lugares de el salvador en los que se puede establecer atrapanieblas

Tabla 3 Lugares en El Salvador en los cuales se podría instalar un atrapaniebla

<b>LUGAR/PAÍS</b>	<b>Altitud m.sn.m</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Precipitación (mm/año)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>	<b>Velocidad del viento (km/h)</b>	<b>Presión atmosférica (hPa)</b>
<b>El Pital</b>	2,730	10°C	141.3	71	14	1,016
<b>El Boquerón</b>	1,800	31°C	85.91	78	11.5	1,014
<b>Parque Nacional Montecristo</b>	2,418	16.1°C	1,620	75.50	25	1,016
<b>Planes de Renderos</b>	1,131	18°C – 29°C	195	55	11	1,015
<b>Apaneca</b>	1,455	15°C - 24°C	206	73.57	11-14	1,014
<b>Ataco</b>	1,240	16°C – 28°C	333	57.46	18	1,019
<b>Perquín</b>	1,117	13°C – 29°C	355	62	30	1,015

Adaptado de MARN 2020.

## 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En base a las tablas dos y tres, se puede realizar diferentes análisis y estimaciones en cuanto a la posible cantidad de agua a captar en las diferentes localizaciones seleccionadas del país. Para este análisis se utilizará el método de comparación, en donde, la comparación será entre los lugares del mundo que posean características similares a los lugares que se han escogido del país. De esta manera se obtiene un estimado de los resultados que se pueden obtener al realizar un proyecto de elaboración de un atrapanieblas. Por consiguiente:

### 8.1 Comparación de lugares con características similares

Para esta comparación se tomaron lugares que contengan características lo más similares posibles.

Tabla 4 Comparativa entre Los Chillos, Ecuador y Parque Nacional Montecristo, El Salvador

LUGAR/PAÍS	Altitud m.sn.m	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (km/h)	Presión atmosférica (hPa)	Material del atrapanieblas	Agua captada en litros
Los Chillos/Ecuador	2,500	8 – 29°C	2,877	72.4	25	1,026	En base de mallas Raschel	2.00 l/m <sup>2</sup> /día
Parque Nacional Montecristo/El Salvador	2,418	16.1°C	1,620	75.50	25	1,016		

Adaptado de Pascual 2014 y MARN 2020.

Se puede observar en la tabla anterior que los datos obtenidos por Pascual (2014), poseen similitud a los brindados por el MARN (2020), haciendo un análisis de los datos, la altitud es muy similar defiriendo en 100 m.s.n.m además que las temperaturas de El Parque Nacional Montecristo, se encuentra dentro del rango de temperatura que presenta Los Chillos en Ecuador. También se puede observar una similitud en cuanto humedad relativa, con una diferencia de 3.1%. En cuanto a las diferencias más notorias son las precipitaciones, que ya hay un rango de diferencia de 400 mm, pero a pesar de ello la precipitación no es un factor tan clave en el dato del agua captada por el atrapaniebla, por consiguiente, se puede mencionar que El Parque Nacional Montecristo, debido a sus características es apto para la instalación de un atrapanieblas con el que se pueden obtener resultados.

Tabla 5 Comparativa entre Ciudad del Cabo, Sudáfrica y Apaneca, El Salvador

LUGAR/PAÍS	Altitud m.sn.m	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (km/h)	Presión atmosférica (hPa)	Material del atrapanieblas	Agua captada en litros
Ciudad del Cabo/Sudáfrica	1,590	15°C – 17°C	500	95	10	1,012	En base de mallas Raschel	5.4 l/m <sup>2</sup> /día
Apaneca/El Salvador	1,455	15°C - 24°C	206	73.57	11-14	1,014		

**Adaptado de Pascual 2014 y MARN 2020.**

En la tabla anterior Pascual (2014), muestra que la Ciudad del Cabo, ubicada en Sudáfrica, posee una altitud de 1,590 m.s.n.m. Que en comparación a los datos del MARN (2020), en cuanto a la altitud de Apaneca, se tiene una diferencia de 135 m.s.n.m. ya que tiene una altura de 1,455 m.s.n.m. Pero se puede observar que la temperatura es muy similar, pero se debe tener en cuenta que la humedad relativa tiene un rango más alejado, en específico de 21.43% de humedad, pero, el factor “velocidad del viento” favorece a este sitio, ya que esta velocidad es un factor importante al momento de la captación, ya que entre menos sea la velocidad de este, el tiempo de la niebla entre la malla será mayor por lo cual habrá mayor tiempo para que las gotas se condensen y puedan ser captadas. Debido a las características presentadas por Apaneca, puede ser un lugar adecuado para realizar proyectos sobre la captación de agua de niebla.

Tabla 6 Comparativa entre El Tofo, Chile y Perquín, El Salvador

LUGAR/PAÍS	Altitud m.sn.m	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (km/h)	Presión atmosférica (hPa)	Material del atrapanieblas	Agua captada en litros
El Tofo/Chile	1,065	14°C – 24°C	150	76	18	1,012.5	En base de mallas Raschel	2.98 l/m <sup>2</sup> /día
Perquín/El Salvador	1,117	13°C – 29°C	355	62	30	1,015		

**Adaptado de Pascual 2014 y MARN 2020.**

Los datos presentados en la tabla anterior, presentan la investigación realizada por Pascual (2014), en la cual podemos ver las características de El Tofo, en Chile como lo es una altura de 1,065 m.s.n.m. que son muy comparables con los datos brindados por el MARN (2020), los cuales mencionan que Perquín posee una altitud de 1,117 m.s.n.m. Por lo cual las características en cuanto a la altura son similares con una diferencia solamente de 52 m.s.n.m. Además, agregar que los rangos de temperaturas de ambos lugares están en rangos muy similares, pero también hay que tomar en cuenta que la humedad relativa difiere en un 14%, pero que un factor crítico en este caso es la velocidad del viento ya que se tiene menos tiempo para que la gota logre condensarse, pero a pesar de la velocidad del viento el sitio tiene características favorables para emplear este tipo de tecnologías en él.

Tabla 7 Comparativa entre Cerro Moreno, Chile y Planes de Renderos, El Salvador

LUGAR/PAÍS	Altitud m.sn.m	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (km/h)	Presión atmosférica (hPa)	Material del atrapanieblas	Agua captada en litros
Cerro Moreno/Chile	1,290	14°C – 19°C	2,519	88	18	1,015	En base de mallas Raschel	8.26 l/m <sup>2</sup> /día
Planes de Renderos/El Salvador	1,131	18°C – 29°C	195	55	11	1,015		

**Adaptado de Pascual 2014 y MARN 2020.**

Para la comparación de la tabla anterior, se tomaron los lugares de Cerro Moreno en Chile en donde Pascual (2014), realizó su investigación y Los Planes de Renderos que se encuentra en El Salvador y sus datos fueron brindados por el MARN (2020), en donde se puede apreciar ciertas diferencias entre los datos, pero no son muy significativos, pero que pueden afectar a la obtención de agua por medio de esta tecnología. Se tiene que la diferencia de altura entre los sitios es de 159 m.s.n.m. la cual puede ser un factor clave, aunque los rangos de temperaturas están dentro de las mismas líneas, en cuanto a la velocidad del viento solamente son 7 km/h que puede marcar una diferencia, pero a pesar de esas diferencias tienen datos muy semejantes entre los sitios, por lo cual Los Planes de Renderos son un lugar favorable para la investigación de esta tecnología.

Tabla 8 Comparativa entre La Tola, Colombia y El Pital, El Salvador

LUGAR/PAÍS	Altitud m.sn.m	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (km/h)	Presión atmosférica (hPa)	Material del atrapanieblas	Agua captada en litros
La Tola/Colombia	2,531	24°C - 30°C	256	73.8	6	1,011	En base de mallas Raschel	2.57 l/m <sup>2</sup> /día
El Pital/ El Salvador	2,730	10°C	141.3	71	14	1,016		

**Adaptado de Pascual 2014 y MARN 2020.**

En la tabla anterior se muestran los datos recopilados por Pascual (2014), sobre el sitio La Tola, el cual se ha realizado una comparación con los datos obtenidos del MARN (2020), sobre el sitio El Pital, en donde al ver los datos de ambos sitios, tienen una diferencia de altura de 199 m.s.n.m. Pero el factor más crítico en cuanto a esta comparación es la temperatura, ya que la temperatura que se presenta en El Pital es menor en comparación a La Tola. En cuanto a la humedad relativa están en valores muy similares, pero los vientos si poseen una diferencia de hasta 8 km/h lo cual infiere mucho en el tiempo que tiene la gota para condensarse, pero a pesar de ello las características no difieren mucho por lo cual instalar un captador de agua de niebla en El Pital puede ser favorable para la obtención del recurso hídrico.

Tabla 9 Comparativa entre Soutpansberg, Sudáfrica y El Boquerón, El Salvador

LUGAR/PAÍS	Altitud m.sn.m	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (km/h)	Presión atmosférica (hPa)	Material del atrapanieblas	Agua captada en litros
Soutpansberg/Sudáfrica	1,747	16°C – 40°C	200-600	58	19	840	En base de mallas Raschel	2 l/m <sup>2</sup> /día
El Boquerón/El Salvador	1,800	31°C	85.91	78	11.5	1,014		

**Adaptado de Pascual 2014 y MARN 2020.**

Con los datos que se pueden obtenidos por Pascual (2014), sobre el sitio Soutpansberg ubicado en Sudáfrica, se tiene una altura de 1,747 m.s.n.m. Que comparados con los datos brindados por el MARN (2020), sobre el sitio El Boquerón, se presenta una altura de 1,800 m.s.n.m. Por lo cual solo hay una diferencia 533 m.s.n.m. Agregando también que la temperatura de El Boquerón se encuentra dentro del rango de temperatura presentado por Soutpansberg, pero teniendo una diferencia alta en cuanto a las humedades relativas y en cuanto a los vientos, lo cual puede traer una diferencia en cuanto a la cantidad de agua que se puede captar, pero a pesar de ello, El Boquerón cuenta con características favorables para la implementación de un captador de agua de niebla.

Tabla 10 Comparativa entre Cerro Moreno, Chile y Ataco, El Salvador

LUGAR/PAÍS	Altitud m.sn.m	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (km/h)	Presión atmosférica (hPa)	Material del atrapanieblas	Agua captada en litros
Cerro Moreno/Chile	1,290	14°C – 19°C	2,519	88	18	1,015	En base de mallas Raschel	8.26 l/m <sup>2</sup> /día
Ataco/El Salvador	1,240	16°C – 28°C	333	57.46	18	1,019		

**Adaptado de Pascual 2014 y MARN 2020.**

En este caso se utilizó nuevamente los datos obtenidos por Pascual (2014), sobre el sitio Cerro Moreno, ya que por las características que este presenta, es el más similar a el Sitio Ataco en El Salvador, que según datos del MARN (2020), posee una altura de 1,240 m.s.n.m. que comparado con los 1,290 m.s.n.m. que posee el Cerro Moreno, solamente se tiene una diferencia de 50 m.s.n.m. Por lo cual sus alturas son muy cercanas, además, la temperatura de Ataco se encuentra dentro del rango de temperaturas que posee el Cerro Moreno, pero al mismo tiempo la diferencia entre humedades relativas de los sitios es algo grande, siendo de un 30.54% pero con una velocidad del viento iguales, analizando y comparando los datos anteriores, se infiere que Ataco es un lugar adecuado para poder realizar investigaciones sobre los captadores de agua de niebla.

## **9. CONCLUSIONES**

- Se elaboraron tablas con datos de sitios en los cuales se habían implementado sistemas de atrapaniebla, con el fin de poder analizar las características de cada uno de estos sitios y la cantidad de agua que se genera, con el fin de poder realizar una comparación con sitios de El Salvador en los cuales se podría establecer un sistema de captación de niebla.
- Se realizó una comparación entre los sitios de investigaciones anteriores y sitios de El Salvador con características similares, con el fin de obtener un acierto sobre la viabilidad de realizar la instalación de un captador de agua de niebla en el sitio, teniendo en cuenta que los datos no difieran mucho entre un sitio y otro.
- Se tiene en cuenta que dependiendo de la cantidad de agua requerida por el investigador o la persona que instala el captador de agua de niebla, se debe tener en cuenta la magnitud y el tamaño del captador de agua, ya que dependiendo del tamaño de este y las características climatológicas del lugar, así será la cantidad de agua de niebla obtenida, además, la literatura menciona que la calidad del agua no es directamente para el consumo, pero que esta puede ser utilizada para el riego de cultivos y otras actividades del hogar, teniendo así un impacto significativo en la agroecología como también para la economía salvadoreña.
- La cantidad de agua estimada que se puede obtener mediante la aplicación de una tecnología de captación de agua va desde los 2 l/m<sup>2</sup>/día hasta los 8 l/m<sup>2</sup>/día. Teniendo así, los sitios elegidos de El Salvador la capacidad de sustentar hogares con un extra del recurso hídrico mediante la utilización de una tecnología de captación de agua de niebla.
- Tener en cuenta que la obtención del recurso hídrico por medio de esta tecnología también está ligada la estación del año, ya que, en estaciones secas, la funcionalidad de esta tecnología puede ser poca o nula.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Angel, A. S.f.** El fenómeno de "El niño" y el sector agropecuario y pesquero salvadoreño (en línea). El Salvador. 14 p. Consultado 1 sep.2021. Disponible en <https://amyangel.webs.com/elnino.pdf>
- Cárdenas, C; Moncayo, A. 2017.** Diseño e Implementación de sistemas de captación de agua lluvia y condensación atmosférica tipo "Warka water" en la parroquia Palmira, Provincia de Chimborazo (en línea). Ecuador. Consultado 1 sept. 2021. Disponible en <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/13040>
- Cereda, P; Hernández, P; Leiva J; Rivera, J. 2014.** Agua de niebla. (En línea). Coquimbo, Chile. 132p. Consultado 3 may. 2021. Disponible en <http://www.cda.uc.cl/wp-content/uploads/2015/12/Libro-Agua-de-Niebla-1.pdf>
- Fundación Nacional para el Desarrollo (funde). 2013.** Sin agua El Salvador no puede sobrevivir (en línea). El Salvador. Consultado 1 sep. 2021. Disponible en <http://www.funde.org/sin-agua-el-salvador-no-puede-sobrevivir#:~:text=La%20problem%C3%A1tica%20actual%20de%20los.una%20institucionalidad%20acorde%20con%20las>
- Fonseca, J. 2017.** Evaluación de la eficiencia de cinco materiales de malla para el sistema de atrapanieblas en el Municipio de Siachoque – Departamento de Boyacá (en línea). Tunja, Colombia. 85 p. Consultado 1 sept. 2021. Disponible en [74339247.pdf \(unad.edu.co\)](#)
- García y Vargas. 2016.** Diseño de un sistema de recolección de agua por rocío y niebla para el abastecimiento de agua en la comunidad del barrio la esperanza, localidad de chapinero. Tesis Ing. Bogotá, Colombia. Universidad La Gran Colombia. 84 p.
- García, L. S.f.** Rocío y escarcha (En línea). España. 16 p. Consultado 1 sept. 2021. Disponible en [Rocío-y-escarcha.pdf \(divulgameteo.es\)](#)
- Geograpico. 2012.** Lluvia horizontal (en línea). S.l Consultado 1 sept. 2021. Disponible en [LLUVIA HORIZONTAL | geograpico \(wordpress.com\)](#)
- Hidalgo, D. 2016.** Captación de agua por medio de la técnica de atrapanieblas en las comunidades campesinas de Galte, Cantón Guamate, Provincia de Chimborazo, Ecuador (en línea). Ecuador. Consultado 1 sept. 2021. Disponible en <repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11891/1/T-ESPE-053243.pdf>
- López, J. 1989.** Construcción de un atrapanieblas. Chile. 7 p. Consultado 6 may. 2021.

- Marzol, J. 2006.** Reseña de “La captación del agua de la niebla en la isla de Tenerife”. Alicante, España. 4 p. Consultado 3 may. 2021.
- Mecanismos de condensación. S.f.** Condensación. S.l. Consultado 3 may 2021. Disponible en <https://www.um.es/geograf/clima/tema05>
- Meléndez, RJ; Pérez, JC; Barradas, VL. 2015.** Calidad del agua de la niebla captada artificialmente en la microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México: resultados preliminares (en línea). Veracruz, México. 9 p. Consultado 1 sept. 2021. Disponible en [calidad del agua de la niebla captada artificialmente en la microcuenca del río pixquiac, veracruz, méxico: resultados preliminares - sciencedirect](#)
- Mendoza Palacios, B; Castañeda Álvarez, F. 2014.** Criterios metodológicos para la definición de sistemas de captación de aguas con base en lluvia horizontal. Universidad católica de colombia, facultad de ingeniería, programa de especialización en recursos hídricos. Bogotá, Colombia. 19p.
- Meruane, C y Garreaud, R. 2006.** Determinación de Humedad en la Atmósfera. S.l. 7 p. Consultado 1 sept. 2021. Disponible en <http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/modHR.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente (MARN). 2020.** Herramientas meteorológicas (En línea). El Salvador. Consultado 1 sept. 2021. Disponible en <http://srt.marn.gob.sv/>
- Monery, D. 2015.** Humedad Atmosférica (en línea). Colombia. Consultado 1 sept. 2021. Disponible en [\(PDF\) Humedad Atmosférica \(researchgate.net\)](#)
- Pascual, J; Naranjo, M; Payano, R; Medrano, O.2011.** Tecnología para la recolección de agua de niebla. Madrid, España. 21 p. Consultado 3 may. 2021.
- Pascual, J. 2014.** Tecnología para la recolección de agua de niebla (en línea). Madrid, España. 21p. Consultado 3 may 2021. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/257199788\\_TECNOLOGIA\\_PARA\\_LA\\_RECOL\\_ECCION\\_DE\\_AGUA\\_DE\\_NIEBLA](https://www.researchgate.net/publication/257199788_TECNOLOGIA_PARA_LA_RECOL_ECCION_DE_AGUA_DE_NIEBLA)
- Quintanilla, G; Estruch, F; Aravena, J; Villarroel, G. 2009.** Diseño generativo aplicación en sistemas de atrapanieblas en el norte de chile (en línea). Santiago, Chile. 125p. Consultado 1 sept. 2021. Disponible en [https://www.u-cursos.cl/fau/2010/1/DIT-503/1/material\\_docente/bajar?id\\_material=453794](https://www.u-cursos.cl/fau/2010/1/DIT-503/1/material_docente/bajar?id_material=453794)

- Ruiz, M. S.f.** Simulación de condensación en pared con ansys cfx para aplicaciones de seguridad nuclear (en línea). Madrid, España. 91 P. Consultado 3 de may 2021. Disponible en [https://oa.upm.es/43936/1/TFG\\_MARGARITA\\_RABANO\\_RUIZ.pdf](https://oa.upm.es/43936/1/TFG_MARGARITA_RABANO_RUIZ.pdf)
- Schemenenauer, R; Cereceda, P. 2010** A proposed standard fog collector for use high, Elevation regions. En América meteorology society (en línea) consultado 1 sept 2021. Disponible en [A Proposed Standard Fog Collector for Use in High-Elevation Regions in: Journal of Applied Meteorology and Climatology Volume 33 Issue 11 \(1994\) \(ametsoc.org\)](#)
- VAISALA. 12 jun 2019.** ¿Qué es el punto de rocío y cómo medirlo?. Finlandia. Consultado 3 may 2021. Disponible en <https://www.vaisala.com/es/blog/2019-10/que-es-el-punto-de-rocio-y-como-medirlo>
- Velázquez, K. 2021.** En México no falta agua, sobra chatarra (en línea). México. Consultado 1 sep. 2021. Disponible en <http://let.iiec.unam.mx/node/3382#:~:text=Coca%2DCola%20requiere%20de%2034.5,producir%20medio%20litro%20del%20refresco.>
- Vistin, D. 2014.** Estudio de factibilidad para el aprovechamiento de agua por medio de dos tipos de neblinómetros en las tres cuencas de la parroquia Achupallas, cantón Alausi, provincia de Chimborazo.

## 11. ANEXOS

Cuadro A 1 Cronograma de actividades

Actividades	Marzo					Abril				Mayo					Junio				Julio					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4		
Investigación bibliográfica																								
Planteamiento del problema																								
Planteamiento de objetivos																								
Planteamiento del marco teórico																								
1era socialización																								
Realización de metodología y cronograma																								
Realización de encuesta																								
Análisis de los datos																								

Cuadro A 2 Tipos de atrapanieblas

TIPO DE CAPTADOR	MATERIALES	RENDIMIENTO	AÑO DE CREACIÓN	OBSERVACIONES
<b>Macrodiamante:</b> Fue el primer artefacto desarrollado para la captación de agua de niebla en Chile y el mundo por Carlos Espinosa, patentado por la UNESCO	Tubos revestidos con malla tipo Raschel	3.9 l/día/m <sup>2</sup>	1958	Alta eficiencia de la captación y por otro lado presenta una alta auto resistencia de su estructura frente a los fuertes vientos. Alto coste por metro cuadrado de captación.
<b>Bidimensional:</b> fue realizado en El Tofo, Chile. Pueden ser paneles simples de 78m <sup>2</sup> , dobles 96m <sup>2</sup> , triples 120m <sup>2</sup>	Un par de pilares distanciados a 12m, entre los cuales va dispuesta una malla tipo Raschel de 4m de altura y unos tensores de sustentación, además de una canaleta horizontal.	Aproximadamente 3 l/día/m <sup>2</sup>	1980 1984	Fácil instalación, bajo coste, autogestión, no consume energía y ofrece un gran abanico de posibilidades de construcción a partir de materiales alternativos. Elevadas exigencias geográficas, reducción del rendimiento a determinadas velocidades de viento, vulnerable frente a determinados fenómenos meteorológicos.
<b>Cilíndrico:</b> fue desarrollado por Pilar Cereceda, Horacio Larraín, Joaquín Sánchez y Nazareno Carvajal junto a un grupo de alumnos de Geografía de la Universidad Católica	Hilos verticales de polietileno y un bidón de metal.	Obtuvo al primer día de aplicación 4.75 litros de agua de la nube.	1980	Posee una alta eficiencia. Por su altura de 2 metros se ve poco afectado por los fuertes vientos.

Cuadro A 3 Coste de construcción de un atrapanieblas sencillo.

CANTIDAD/MATERIAL	IMAGEN	DIMENSIONES	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
2 costaneras		2x2x8 m	3.93	7.86
2 metros de malla Raschel 35%		2x6 m	14.10	28.20

1 tubo pvc 3 pulgada		3x6 m	25.90	25.90
Barril plástico con tapa 80 lt		38x64 cm	40	40
2 lb de alambre de amarre		9 metros	0.88	1.76
<b>TOTAL</b>			<b>\$84.81</b>	<b>\$103.72</b>

### Anexo 1. Guía para la elaboración de un captador de agua de niebla

En base a la bibliografía consultada para la elaboración de un atrapanieblas, además, teniendo en cuenta la topografía del terreno, la dirección del viento y la distribución del espacio en el sitio, se realiza la elección del tipo de atrapanieblas a elaborar. Para el caso de esta guía se elaborará un atrapanieblas de estructura bidimensional, ya que es el más utilizado comúnmente. A continuación, se exponen las características del diseño a utilizar.

- **Soportes de la estructura.** En el caso de los soportes o la base que sostendrá a nuestra estructura, está conformado por 2 pilares, que pueden ser ya sea costaneras, varas de bambú, o hasta cemento. En caso de utilizar costaneras, con altura de 3 metros y con medidas 2x2x8 m, las costaneras se entierran a 50 centímetros en el suelo para que de esta manera se puedan tener 2 metros con 50 centímetros disponibles, además que estos tienen que estar a una distancia de 3 metros entre ellos, para poder desplegar la malla.



Figura A 1 Costanera de dimensiones 2x2x8

- **Tensores externos.** Estos serán los encargados de brindar la estabilidad necesaria a nuestras bases para que estas no sedan a la fuerza de los vientos o tormentas, estos son dos soportes transversales que pueden ser de madera de igual forma que la base, se estima que deben de ser de al menos 1.50 m, y se anclan al suelo, aproximadamente a 20 cm, de manera que estos sean los soportes de nuestra estructura.

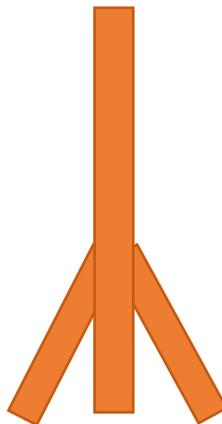


Figura A 2 Tensores externos

- Cables de sostén interno. En este caso son cables de acero de 3/16 pulgadas de diámetro, estas van tanto en horizontal como en vertical, a forma de que quede una estructura que pueda soportar cualquier percance, como lo puede ser lluvias o vientos fuertes que puedan dañar la malla, estos deben dividir en 3 paneles, cada uno ubicado a un metro de distancia y con 5 centímetros entre ellos. Tener en cuenta que se debe utilizar alambre para generar tensores en el suelo en cuanto a los lados y del tamaño de nuestros soportes principales (Figura A 3).

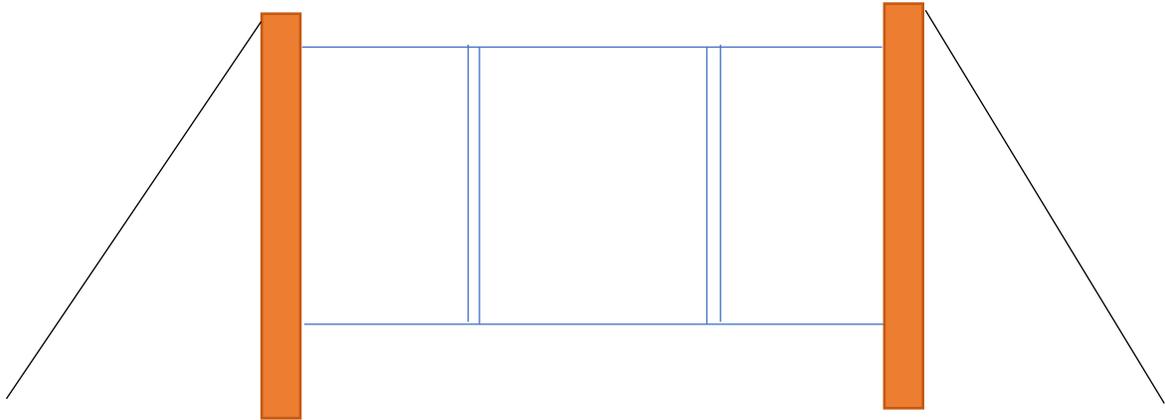


Figura A 3 Distribución de los cables de sostén interno

- **Material captador.** Para el material captador se pueden utilizar diferentes materiales como: tela quirúrgica, guata, costal de fique y polisombra, en este caso se utilizaría una malla Raschel, dependiendo de la disponibilidad del material, así puede ser la cantidad de veces que se puede doblar la malla y hace capas de esta, se recomienda un máximo de 3 capas de malla.



Figura A 4 Malla Raschel de 35%

- **Canaleta colectora y drenaje.** En el cable inferior de la malla o el material captador se instala una canaleta por medio de alambres que tendrá la función de recibir el agua captada por la malla y que escurren por la gravedad, las cuales por esta tubería son llevadas a un tanque de acumulación o un barril donde se pueda almacenar el agua. Se puede hacer uso de la tubería pvc de 3 pulgadas, la cual se corta por una de sus mitades para que esta pueda recibir el agua.

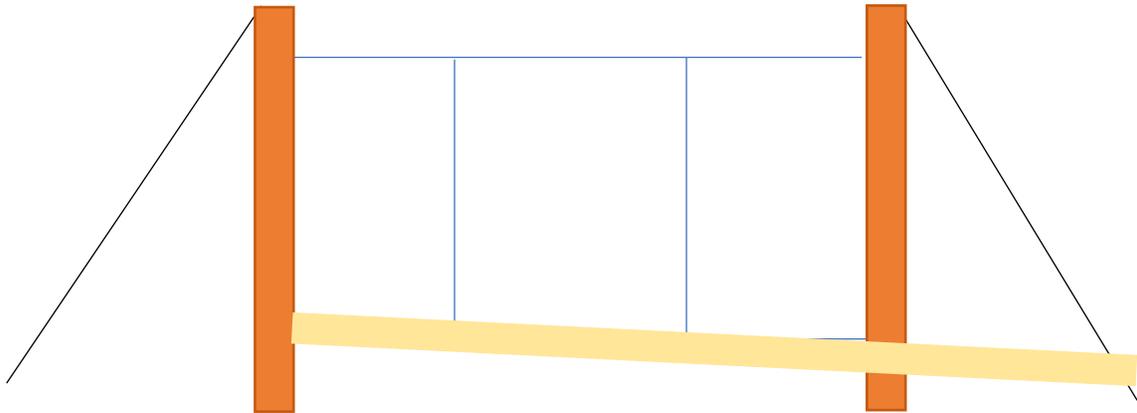


Figura A 5 Canaleta colectora y drenaje

- **Almacenador de agua.** Para el almacenamiento del agua obtenida por medio de la tecnología se pueden utilizar diferentes recipientes, dependiendo también de la magnitud del atrapanieblas, pueden ser desde tanques Rotoplas de 750 litros hasta un barril plástico de 80 litros. Este será colocado al final de la canaleta colectora para que el curso del agua termine en el recipiente y pueda ser almacenada hasta su utilización.

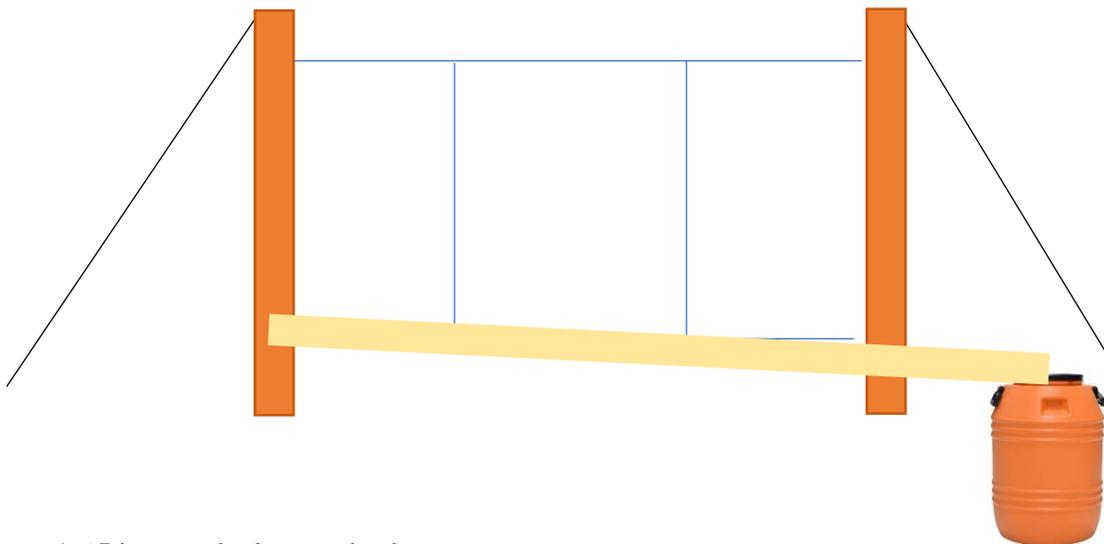


Figura A 6 Diagrama de almacenador de agua.