



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

## **TESIS**

**“Factores meteorológicos que influyen en la  
captación volumétrica de agua del Atrapanieblas  
ubicado en la zona del Puericultorio “Pérez  
Araníbar”. Magdalena del Mar – Lima – 2017 -  
2018”**

Presentado por el Bachiller:

**DIEZ TORRICELLI, José Antonio**

**Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

**DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis padres por haberme apoyado todo este tiempo en mis estudios y en las decisiones que tome para lograr llegar hasta aquí.

El autor

**AGRADECIMIENTO**

A Dios, por las oportunidades que me ha permitido en la vida.

Agradezco a la Municipalidad de Magdalena por la facilidad y el apoyo que me brinda para la realización de mi tesis.

A la Universidad Alas Peruanas, mi alma mater, responsable por la formación académica y ética de mi persona. Por permitirme llegar a este punto de mi vida y poder desarrollarme con criterio y conocimiento

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
TABLA DE CONTENIDO.....	iv
GLOSARIO DE ABREVIATURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO I .....	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. Caracterización de la realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del problema.....	17
1.2.1. Problema general .....	17
1.2.2. Problemas específicos.....	17
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivo general .....	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. Justificación .....	18
1.5. Importancia.....	18
1.6. Limitaciones .....	18
CAPÍTULO II .....	20
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	20
2.1. Marco referencial.....	20
2.1.1. Antecedentes de la investigación.....	20

2.1.2. Referencias teóricas .....	28
2.2. Marco Normativo - Legal .....	30
2.3. Marco Conceptual.....	33
2.4. Marco Teórico .....	38
2.4.1. Atrapanieblas.....	38
2.4.2. Formación de Niebla .....	40
CAPÍTULO III.....	42
3. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	42
3.1. Metodología.....	42
3.1.1. Método.....	42
3.1.2. Ubicación geográfica.....	42
3.1.3. Tipo de la investigación.....	42
3.1.4. Nivel de la investigación .....	42
3.2. Diseño de la investigación.....	42
3.3. Hipótesis de la investigación .....	43
3.3.1. Hipótesis general .....	43
3.3.2. Hipótesis específicas.....	43
3.4. Variables.....	43
3.4.1. Variable independiente .....	43
3.4.2. Variable dependiente .....	44
3.5. Cobertura del Estudio .....	44
3.5.1. Universo.....	44
3.5.2. Población .....	44
3.5.3. Muestra .....	44
3.5.4. Muestreo .....	44
3.6. Técnicas e instrumentos.....	44
3.6.1. Técnicas de la investigación .....	44

3.6.2. Instrumentos de la investigación .....	44
3.6.3. Fuentes.....	45
3.7. Procesamiento estadístico de la información.....	45
3.7.1. Estadísticos .....	45
3.7.2. Representación.....	45
3.7.3. Técnica de comprobación de la hipótesis .....	45
CAPITULO IV.....	46
4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	46
4.1. Resultados.....	46
4.2. Discusión de resultados .....	58
4.3. Contrastación de Hipótesis .....	65
4.3.1. Comprobaciones de la hipótesis .....	67
CONCLUSIONES .....	68
RECOMENDACIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA .....	71
ANEXOS .....	73

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- **PVC** : Policloruro de vinilo.
- **L** : Litros
- **m<sup>2</sup>** : metros cuadrados
- **PLANAA** : Plan Nacional de Acción Ambiental
- **OMS** : Organización Mundial de la Salud
- **m<sup>s</sup><sup>-1</sup>** : metro sobre segundo
- **msnm** : metros sobre el nivel del mar
- **DIGESA** : Dirección General de Salud Ambiental
- **ECA** : Estándares Nacionales de Calidad Ambiental
- **km** : kilómetro
- **IMARPE** : Instituto del Mar del Perú
- **MMC** : Millones de metros cúbicos
- **MINAM** : Ministerio del Ambiente
- **GE** : Grupo Experimental
- **SENAMHI** : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Temperatura Superficial del mar entre ago 2017 - set. 2018.....	46
Tabla 2. Variabilidad de la Temperatura Superficial del mar entre ago. 2017 - set. 2018 .....	48
Tabla 3. Visibilidad de niebla en la zona de estudio entre ago. 2017 - jul. 2018 .....	49
Tabla 4. Variabilidad de la Visibilidad de niebla en la zona de estudio entre ago. 2017 - jul 2018 .....	50
Tabla 5. Índice de nubosidad entre agosto 2017 y julio 2018 .....	511
Tabla 6. índice de nubosidad entre agosto 2017 y julio 2018.....	533
Tabla 7. Captación de agua en el atrapanieblas .....	544
Tabla 8. Costos de Personal y materiales.....	547
Tabla 9. Pruebas de normalidad.....	66
Tabla 10. Correlación.....	66
Tabla 11. Correlación Canónica .....	67
Tabla 12. Data Recolectada .....	674
Tabla 13. Resumen de procesamiento de casos .....	678
Tabla 14. Descriptivos .....	678
Tabla 15. Pruebas de Normalidad.....	80
Tabla 16. Correlación Canónica .....	81
Tabla 16. Matriz de Consistencia.....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica comparativa de TSM ago. 2017 – set. 2018 .....	46
Figura 2. Variabilidad TSM ago. 2017 – set. 2018.....	48
Figura 3. Promedios mensuales de visibilidad de niebla ago. 2017 – jul. 2018 .....	50
Figura 4. Variación de la visibilidad de niebla .....	51
Figura 5. Promedios mensuales de % de humedad entre ago. 2017 – set. 2018.....	<b>¡Error! Marcador no definido.2</b>
Figura 6. Índice de nubosidad ago. 2017 – set. 2018.....	<b>¡Error! Marcador no definido.3</b>
Figura 7. Volumen captado en ml en el 2017 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.5</b>
Figura 8. Volumen captado / día.....	<b>¡Error! Marcador no definido.6</b>

Figura 9. Cronograma de actividades .....	58
Figura 10. Preparación del Atrapanieblas .....	76
Figura 11. Instalación del Atrapanieblas en el acantilado del Puericultorio Pérez Aranibar – Magdalena.....	76
Figura 12. Atrapanieblas instalado con tubo de PVC y deposito donde será almacenada el agua captada .....	77
Figura 13. Agua captada por el Atrapanieblas.....	77

## RESUMEN

Los factores meteorológicos en su conjunto influyen en la formación de la niebla la cual es más densa (que en su consecuencia se da la captación de agua a través de los atrapanieblas) y puede ser visible en los meses de invierno en toda la zona costera de nuestra capital.

La niebla es un fenómeno meteorológico que consiste en la presencia de nubes muy bajas, a ras del mar o del suelo, que en realidad son partículas de agua (gotas) muy pequeñas en estado de suspensión, debido a su peso, que no han podido precipitarse al suelo, que se evaporan humedeciendo ligeramente el suelo que toca, lo que provoca estas nubes es el ascenso de aire húmedo que al bajar su temperatura se condensa y da lugar a la formación de nubes bajas, plenas de humedad, que superficies adecuadas “atrapan” las partículas y las recuperan como líquido, que servirá para diversos fines, dependiendo el tratamiento, generalmente son empleados para regadíos, pero otras experiencias como en Atacama, los potabilizan y luego de usarlas para el consumo humano, el agua es parte de los regadíos y otros usos.

En Lima el agua es un bien escaso, por tanto con esta investigación he tratado de proponer una solución a menguar esa carencia del líquido elemento para beneficios de personas de menos recursos económicos o el ornato de la zona, la finalidad expresa de este estudio ha sido demostrar la eficiencia de los factores que son favorables para una mayor cantidad de agua, comprobando que son múltiples y que principalmente dependen de la temperatura del mar para que el aire húmedo permita el descenso de la niebla o bruma y esta sea que porta el agua, sea “atrapada” por el atrapanieblas.

Se ha realizado el monitoreo por cerca de un año, para encontrar patrones que permitan afirmar lo que el estudio está afirmando de forma tal que cuándo se inicie este proyecto se podrá decir a ciencia cierta, cuál será la eficiencia en el uso del atrapa nieblas.

Esta propuesta finalmente es con elementos económicos, pues se realizan con medios sofisticados y los mismos no están al alcance de las familias de menores recursos, y estas zonas se vean favorecidas por este proceso.

## ABSTRACT

The meteorological factors as a whole influence the formation of fog which is denser and can be visible in the winter months throughout the coastal area of our capital.

The fog is a meteorological phenomenon that consists of the presence of very low clouds, flush with the sea or the ground, which in reality are very small particles of water (drops) in a suspended state, due to their weight, which they have not been able to rush to the ground, which evaporate slightly moistening the soil that touches, which causes these clouds is the rise of humid air to lower its temperature condenses and leads to the formation of low clouds, full of moisture, which adequate surfaces " they trap "the particles and recover them as liquid, which will serve various purposes, depending on the treatment, they are generally used for irrigation, but other experiences as in Atacama, make them drinkable and after using them for human consumption, water is part of the Irrigation and other uses.

In Lima, water is a scarce resource, so with this research I have tried to propose a solution to reduce that lack of liquid element for the benefit of people with less economic resources or the decoration of the area, the express purpose of this study has been demonstrate the efficiency of the factors that are favorable for a greater amount of water, proving that they are multiple and that they mainly depend on the temperature of the sea so that the humid air allows the descent of the fog or mist and this is that it carries the water, be "trapped" by the mist catcher. The monitoring has been done for about a year, to find patterns that allow us to affirm what the study is affirming so that when this project starts, we can say with certainty, what will be the efficiency in the use of fogs traps.

This proposal is finally with economic elements, because they are made with sophisticated means and they are not available to families with fewer resources, and these areas are favored by this process.

## INTRODUCCIÓN

Muchas ciudades costeras, presentan la problemática de la escasez del agua, el agua vital elemento, Lima es la ciudad de la niebla permanente, ciudad que contiene la mayor cantidad de estas condiciones, inclusive todo el año, por supuesto, la densidad se reduce de manera notable en el verano y se incrementa en el invierno, pero es una buena fuente del líquido elemento, tan escaso.

El presente estudio ha podido apreciar esa posibilidad y tiene como objetivo determinar cuáles son los factores meteorológicos que influyen en la formación de la niebla para determinar la factibilidad del uso de los atrapanieblas y cuando sería el momento más propicio para la captación de un volumen significativo de agua a través del uso de los Atrapanieblas, para ello se ha realizado el estudio considerando las posibilidades, la ubicación, el material, las condiciones meteorológicas, controlando las variables, que luego determinen el rendimiento, y si este abastece un determinado sector, para luego multiplicar el servicio por más atrapanieblas, en fila, en zonas propicias y que sean aprovechadas, regulando el uso del agua y mejorando la calidad de vida de las personas, este estudio está entonces organizado de la siguiente manera:

- A. Páginas iniciales: Carátula, Dedicatoria, Agradecimiento, Resumen, Abstract, Índice de contenidos, tablas y gráficos, Abreviaturas e Introducción.
  
- B. Contenido temático, dividido como es propio en cuatro capítulos:
  - a. Capítulo I: Planteamiento del problema.
  - b. Capítulo II: Marco Teórico – Conceptual.
  - c. Capítulo III: Marco Metodológico.
  - d. Capítulo IV: Resultados Obtenidos.
  
- C. Páginas complementarias: Conclusiones, Recomendaciones, Referencias bibliográficas y Anexos.

Es este estudio, el hito que relaciona los recientes estudios en diferentes latitudes y las posibilidades de una solución mediática que puede mejorar la calidad de vida de Lima, ciudad de neblinas, en sus manos está para que se puedan expresar las ideas y mejorarlas.

## CAPÍTULO I

### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Caracterización de la realidad problemática

La ciudad de Lima tiene aproximadamente 9 millones de habitantes, casi un tercio de la población de la población en el Perú, la gran mayoría de ellos son inmigrantes, provienen del interior del país, arriban con las esperanzas de mejores oportunidades laborales, vivienda y saneamiento básico para cubrir sus necesidades. Esta migración de los pobladores rurales y de otras ciudades a la ciudad de Lima, ejerce una presión en el consumo de los recursos naturales de la región, especialmente del recurso hídrico.

El Perú en el último medio siglo se ha urbanizado plenamente, por las migraciones internas, en la actualidad tres cuartas partes de la población peruana viven en las ciudades, allí donde se desarrolla la industria, el comercio y los servicios. La población mayoritariamente se ha volcado a las ciudades imprimiéndole, además, pujanza económica. La población que proviene principalmente de las áreas rurales y de las pequeñas ciudades, villorrios y centros poblados, tras un intenso proceso migratorio proveniente de los Andes, preferentemente hacia las ciudades costeras y también hacia la selva, hacia el llano amazónico. Primero a Lima, ahora una mega ciudad de más de 9 millones de habitantes. (Sánchez, 2015, pág. 15)

Lima es la segunda ciudad más grande en un desierto, después del Cairo en Egipto, haciendo que la cantidad de agua potable disponible para sus habitantes sea limitada, sabiendo que también se encuentra en la vertiente del pacífico, una de las 3 vertientes existentes en el Perú, paradójicamente siendo la que menor disponibilidad de agua tiene y en donde se sitúa la mayoría de la población peruana, pero la gran ventaja que tiene Lima a pesar de estar situada en un desierto, es que tiene una humedad promedio de 80% durante todo el año. Como indica (AQUAFONDO, 2014) :

Después de la ciudad de El Cairo, Egipto, la zona metropolitana de Lima y Callao es la segunda ciudad más grande del mundo ubicada en un desierto. Llueve solo 9 milímetros al año y la escasez de agua es una de las principales condicionantes ambientales que ha acompañado el crecimiento de la ciudad durante su historia.

Lima es la ciudad de las nieblas, nieblas matutinas, que invaden el litoral y ascienden a las estribaciones andinas, posicionándose en las lomas y otros sectores, propiciando la humidificación de la zona, de tal forma que permiten la presencia de Lomas, como las de Lachay o Carabaylo, la presencia de albuferas, médanos y pantanos como el de Villa, la densidad de la niebla en el litoral de nuestra capital es muy notoria en los meses de otoño e invierno debido a los factores meteorológicos y a la temperatura del mar, pero lo que no se puede definir es porque en estas dos temporadas hay días donde la niebla es lo suficientemente densa como para poder aprovecharla y otros días en donde la densidad es baja volviéndose una neblina con un potencial bajo o nulo para su aprovechamiento, fue esta la razón la que impulso a realizar la presente investigación y buscar cual debe ser la característica meteorológica para sacar el mejor provecho e instalar estos sistemas no convencionales “Atrapanieblas” y poder replicar la experiencia de los secos desiertos de Atacama, aprovechando la niebla, para captar sus aguas, a través de los Atrapanieblas los cuales son simples y económicos y se instalan en zonas donde existe mucha influencia de niebla.

Fue en el Puericultorio Pérez Aranibar del distrito de Magdalena donde se planteó el piloto para la instalación de atrapanieblas y realizar el análisis de la influencia de los factores meteorológicos, encontrándose en una zona de conveniente y segura para la instalación.

Latinoamérica en promedio tiene una disponibilidad de recurso hídrico superior en muchas veces al promedio mundial, y en teoría tendríamos asegurado el consumo para el futuro de todas nuestras generaciones venideras, sin embargo, esta no es aprovechada como debiera, además que, de no existir fuentes, se debe ir proyectando a fuentes alternas. (Benavides, 2015)

Sin embargo, no vivimos en el promedio ni en el futuro. La demanda creciente de recursos hídricos para agricultura, para agua de acueductos y alcantarillado y para otra serie de demandas, que con el tiempo se van a incrementar, generando conflictos sociales, el recurso no viene siendo bien utilizado, estamos desperdiciando y contaminando nuestras principales fuentes de agua, en el escenario regional, América Latina, como ya se indicó, tiene una disponibilidad de agua mayor al promedio mundial e incluso es mucho mayor a la demanda proyectada dentro de la región, en el Perú el 90 % de la población vive en donde está el 10% del agua, que es en la costa pacífica central, creando así un gran problema en la población de Lima donde el crecimiento poblacional va en un aumento acelerado; la incertidumbre sobre la disponibilidad de agua cada vez más está en ascenso, por las diferentes necesidades básicas en el lado urbano y para la agricultura en la parte rural de Lima, la ciudad presenta zonas donde el agua no llega, sea porque no existe forma de enviarla, o porque la empresa prestadora de servicios ya no tiene más recursos para ese lugar.

Es el caso de la costa peruana, cuya fuente de agua son los ríos Rímac, Chillón y Lurín, estos no son constantes en sus caudales, los cuales varían estacionalmente, ante ello se utiliza el agua del subsuelo, pero esta fuente está en serio agotamiento, siendo una zona de costa, la probabilidad de captar agua quedaría a dos opciones, desalinizar el mar o atrapar la niebla y aprovecharla, este último como fuente complementaria, a otras.

En el distrito de Magdalena del Mar, en los meses otoño e invierno, la humedad llega a porcentajes elevados lo cual favorece a la densidad de la niebla, junto con otros factores que también aportan a este fenómeno atmosférico clave para la satisfacción de esta necesidad básica para la vida, es decir que el agua que se capte por este medio sea suficiente para poder satisfacer necesidades primarias o secundarias propias de la sociedad con respecto al abastecimiento del agua, siendo una para consumo humano y el otro para el riego, que puede generar elementos en el futuro

## **1.2. Formulación del problema**

### 1.2.1. Problema general

¿En qué medida los factores meteorológicos evaluados influyen en el potencial volumétrico de agua captado por el atrapanieblas ubicado en la zona del Puericultorio “Pérez Aranibar” - Magdalena del Mar – Lima – 2017 - 2018?

### 1.2.2. Problemas específicos

- A. ¿Por qué La humedad, la temperatura, y la temperatura superficial del mar influyen significativamente en el potencial volumétrico de agua captado por el atrapanieblas?
- B. ¿En qué medida la velocidad del viento, nubosidad, y presión influye en el potencial volumétrico de agua captado por el atrapanieblas?

## **1.3. Objetivos**

### 1.3.1. Objetivo general

Determinar si los factores meteorológicos evaluados influyen en el potencial volumétrico de agua captado por el atrapanieblas ubicado en la zona del Puericultorio “Pérez Aranibar” - Magdalena del Mar – Lima – 2017 - 2018.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- A. Determinar si la humedad, temperatura, y la temperatura superficial del mar influyen significativamente en el potencial volumétrico de agua captado por el atrapanieblas.
- B. Determinar en qué medida la velocidad del viento, nubosidad, y presión influyen en el potencial volumétrico de agua captado por el atrapanieblas.

#### **1.4. Justificación**

Esta investigación se realizó con la finalidad de conocer cuáles son las condiciones climáticas más adecuadas para la captación de un mayor volumen de agua a través de los Atrapanieblas, y conocer si el volumen captado pueda satisfacer parte de la demanda hídrica de la zona de estudio.

Este estudio implica conocer cuáles son las condición climáticas que más afectan la formación de la niebla ya sea individualmente o en su conjunto y se el potencial volumétrico captado por el atrapanieblas pueda para satisfacer una necesidad básica como es la demanda de agua de una forma no convencional, hecho que involucra el perfil del ingeniero ambiental, puesto que está para la solución de los grandes problemas que se presenta en la ciudad, esta propuesta y la investigación se justifica en uno de los principios de la ingeniería, alcanzar soluciones con inventiva, imaginación y criterio en favor de la mejor calidad de las personas.

Esta investigación es justificada, en el potencial que significa `para solucionar muchos problemas de abastecimiento de agua de diversas índoles como para riego, bebida de animales y hasta el consumo humano según el resultado de calidad de agua. Los beneficiarios serán la misma población que muchas veces tienen las dificultades de acceso a este recurso.

#### **1.5. Importancia**

La importancia de este trabajo de investigación, es para la adecuada y oportuna instalación del atrapanieblas como fuente no convencional de abastecimiento de agua para las necesidades que puedan ser cubiertas con estos sistemas en la zona de la costa verde de Lima, y como un antecedente de futuras investigaciones relacionadas.

#### **1.6. Limitaciones**

Esta investigación científica es considerada viable, porque ya existen atrapanieblas instalados en varias zonas de la costa de Lima y esto facilita el análisis que se piensa

realizar en la efectividad de esta forma alternativa de captación de agua, y es factible porque se ha demostrado en muchos casos que los Atrapanieblas si han sido de mucha importancia para el desarrollo de los pueblos que hacen uso de estos.

Las limitaciones que se presentaron durante la investigación fueron:

- La disponibilidad de niebla en el litoral peruana durante el año.
- La presencia de fenómenos climáticos, como el niño, que acortan el tiempo de disponibilidad de niebla en las épocas húmedas.

La limitada información de las mediciones a diferentes horas que esta publicada sobre las condiciones climáticas en estudio por parte de las entidades como IMARPE o SENAMHI.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. Marco referencial

##### 2.1.1. Antecedentes de la investigación

- A. SCHARNKE R., M. (2010) en la tesis: “Atrapanieblas – Fog as a Drinking Water Resource”, presentado en la Technische Universitat Hamburg en la que se alcanza el siguiente resumen: “Atrapanieblas nos permiten una forma no convencional de captar agua. Estos consisten en una malla raschel atada a dos listones de madera y fijada al suelo. La malla intercepta las gotas de niebla conforme la niebla atraviesa el atrapanieblas. El agua que atraviesa y se adhiere a la malla se recoge en una canaleta a lo largo de la base de la malla y es depositada en un envase o deposito.

La técnica de recoger el vapor de agua de la atmósfera es muy conocida en la naturaleza, y también los seres humanos han estado utilizando las técnicas para la recolección de agua de la atmósfera en las regiones áridas del Mediterráneo desde la Edad del Bronce. Las primeras investigaciones sobre Atrapanieblas, que son un método moderno, de baja tecnología para la obtención de agua de niebla, se iniciaron en la década de 1950.

Atrapanieblas pueden ser una fuente eficiente de agua en regiones con altas frecuencias de eventos de niebla. Las buenas condiciones se pueden encontrar en las latitudes bajas en todo el mundo. Un clima cálido es favorable para la recolección de agua de niebla, ya que conduce a un mayor contenido de agua líquida en la niebla. Especialmente a lo largo de las costas de las regiones áridas de África occidental y el oeste de América del Norte y del Sur una alta frecuencia de eventos de niebla de Advección se puede observar. Estas nieblas espesas son causadas por el afloramiento de las corrientes oceánicas frías, y las inversiones comerciales que son también la causa de la escasez de lluvias en estas regiones.

Niebla orográfica que ocurre en las regiones montañosas también es fiable para recolección de agua con Atrapanieblas. En meses con una alta frecuencia de eventos de niebla, el agua recogida puede ser más de 30 L / m<sup>2</sup> / día.

A través de los análisis del agua de niebla recogido en Alto Patache, Chile, se encontró que esta agua es ácida (pH 3,3) con altas concentraciones de metales traza hierro, plomo, arsénico y selenio. Entre los factores causantes de esta mala calidad del agua son las propiedades especiales químicas de las gotitas de niebla, la influencia de dimetilo generado en el océano, las influencias antropogénicas, y la deposición de polvo en la malla de los Atrapanieblas.

Los experimentos con agua de niebla recolectada en Alto Patache mostraron que un aumento del pH por encima de 6,5 y una reducción de arsénico por debajo del valor de referencia de la OMS de 10 g / L es posible mediante la mezcla de CaCO<sub>3</sub> en forma de polvo con el agua de mala calidad. A medida que la mezcla constante de CaCO<sub>3</sub> en polvo con el agua en una gran escala en el sitio no es factible, se recomienda el uso de un filtro de múltiples capas con una capa de piedra caliza en forma granular

B. ANAYA BAUTISTA, Jorge Alberto (2010). En la tesis “Evaluación preliminar de la **captura artificial de niebla en la Microcuenca del río Pixquiac**”, presentada en la Universidad Veracruzana de México, en la cual se alcanzan las siguientes conclusiones:

- La captación de agua de niebla, que aunque no es nueva, ya que existen antecedentes de estudios previos de captura de agua de niebla desde 1900 en para la realización del presente trabajo se instalaron Atrapanieblas denominados **tipo 1, 2 y 3** en el poblado de Mariano Escobedo, Coatepec y **tipos 2 y 3** en La Joya, Veracruz, dentro de las observaciones se ha podido determinar que durante el período de observación el mejor lugar donde se registró la mayor cantidad de agua de niebla es la Joya, Ver., esto es debido a su posición geográfica, ya que presenta un mayor número de días con niebla (Normales climatológicas CNA-SMN, 1971-2000)<sup>10</sup>, cabe mencionar que

este sitio no está localizado dentro de la microcuenca sin embargo es un buen parámetro comparativo.

- En cuanto al tipo de Atrapanieblas que mejor resultados presentaron de acuerdo a la cantidad de agua de niebla captada fue el tipo 2 instalado en La Joya, Veracruz, seguido por el tipo 1 instalado en Mariano Escobedo, sin embargo, se esperaba que el Atrapanieblas **tipo 3** hubiese captado la mayor cantidad de agua de niebla en virtud de la forma geométrica con el que está diseñado, pero esto no fue posible demostrarse en virtud de la pérdida de datos de este tipo de Atrapanieblas.
- En cuanto a la metodología utilizada difiere de los métodos utilizados en otras partes del mundo, donde el dato resultante del total de agua de niebla captada se ha realizado en base a la ecuación de balance hídrico, tomando en cuenta la evapotranspiración y velocidad del viento entre otros factores, lo cual requiere de la realización de cálculos un tanto complicados. La metodología empleada en este trabajo es recomendable ya que no se requieren de tantos cálculos, en virtud de que a los Atrapanieblas se le adaptó un pluviómetro con memoria interna y únicamente se requiere de un equipo de cómputo para extraer los datos de la memoria, otro factor muy importante es que no se requiere en todo tiempo la presencia del observador, ya que la memoria cuenta con bastante capacidad para el almacenaje de los datos, sin embargo, es recomendable la vigilancia permanente del equipo a fin de verificar que esté trabajando correctamente.
- Es muy importante mencionar que para la realización de este trabajo no se tomó en cuenta las características de la niebla, su génesis, la dirección y velocidad del viento ni la evapotranspiración.
- La microcuenca del río Pixquiac es muy importante para la ciudad de Xalapa y sus alrededores. Por lo que es de suma importancia conocer su situación y disponibilidad que presenta, para poder llevar acabo un mejor manejo sustentable de los recursos. Es importante mencionar que la presencia

de nieblas varía de una temporada a otra y que las condiciones locales juegan un papel importante, como el cambio del uso del suelo, dirección y velocidad de los vientos, y la profundidad de los vientos locales como la brisa marina. (Vázquez, 2008)

- Se ha podido obtener resultados preliminares acerca de la cantidad de agua captada por niebla en forma artificial, sin embargo, es un paso importante para continuar con la línea de investigación por tal motivo, esto se debe considerar como el inicio y no el final del proyecto, por lo anteriormente expuesto se emiten una serie de recomendaciones.

C. GODÍNEZ H., T. L. (2013). En la tesis **“Recolección de agua por rocío y niebla”**. Presentado en la Universidad Nacional Autónoma de México, que alcanza la siguiente conclusión: “En cuanto a la metodología utilizada difiere de los métodos utilizados en otras partes del mundo, donde los datos resultantes del total de agua de niebla captada se han realizado en base a la ecuación de balance hídrico, tomando en cuenta la evapotranspiración y velocidad del viento entre otros factores, lo cual requiere de la realización de cálculos un tanto complicados. La metodología empleada en este trabajo es recomendable ya que no se requieren de tantos cálculos, en virtud de que a los Atrapanieblas se le adaptó un pluviómetro con memoria interna y únicamente se requiere de un equipo de cómputo para extraer los datos de la memoria, otro factor muy importante es que no se requiere en todo tiempo la presencia del observador, ya que la memoria cuenta con bastante capacidad para el almacenaje de los datos, sin embargo, es recomendable la vigilancia permanente del equipo a fin de verificar que esté trabajando correctamente.

- Es muy importante mencionar que para la realización de este trabajo no se tomó en cuenta las características de la niebla, su génesis, la dirección y velocidad del viento ni la evapotranspiración.
- La microcuenca del río Pixquiac es muy importante para la ciudad de Xalapa y sus alrededores. Por lo que es de suma importancia conocer su

situación y disponibilidad que presenta, para poder llevar a cabo un mejor manejo sustentable de los recursos. Es importante mencionar que la presencia de nieblas varía de una temporada a otra y que las condiciones locales juegan un papel importante, como el cambio del uso del suelo, dirección y velocidad de los vientos, y la profundidad de los vientos locales como la brisa marina (Vázquez, 2008).

- Se ha podido obtener resultados preliminares acerca de la cantidad de agua captada por niebla en forma artificial, sin embargo, es un paso importante para continuar con la línea de investigación por tal motivo, esto se debe considerar como el inicio y no el final del proyecto, por lo anteriormente expuesto se emiten una serie de recomendaciones.

D. ECHEVARRIA J., F. (2010). En la Tesis “**Aerodynamic and Geometric Characterizations for fog collecting meshes**”. Presentado en la Pontificia Universidad Católica de Chile en la que se alcanza el siguiente resumen:

- La eficiencia aerodinámica de colección de un atrapanieblas depende principalmente de la solidez bidimensional de un atrapanieblas depende principalmente de la solidez bidimensional y el coeficiente de caída de presión ( $C_0$ ) de la malla.
- La solidez bidimensional puede ser medida de manera precisa usando análisis de imágenes digitales con el software ImageJ. El método consiste en tomar una fotografía de la malla y convertirla en una imagen binaria de píxeles blancos y negros. Luego la solidez es calculada según la proporción de los píxeles. El coeficiente de caída de presión fue medido con un túnel de viento capaz de medir la caída de presión a través de la malla y la velocidad del viento aguas arriba de esta.
- Finalmente, se hizo una caracterización de dos tipos de malla para obtener el coeficiente de caída de presión en función de la solidez bidimensional. Los resultados muestran que las mallas con filamentos redondos tienen un menor

C0 para una misma solidez que las mallas de filamentos de cinta. Así la máxima eficiencia aerodinámica teórica de una malla con filamentos de cinta es 0.2102 a una solidez de 0.502, mientras que las mallas con filamentos redondos pueden alcanzar 0.263 a una solidez de 0.68.

- Debido a que las mallas de filamento redondo tienen filamentos más delgados que el tipo cinta, tienen también mayor eficiencia de deposición. Así, la máxima eficiencia total de colección de una malla de filamento redondo puede ser un 123% mayor que una malla de filamento tipo cinta para velocidades de viento de  $2 \text{ ms}^{-1}$ . Para velocidades de  $10 \text{ ms}^{-1}$ , la eficiencia total de colección de una malla de filamento redondo es un 36% mayor que la de una malla de filamento tipo cinta.

E. HUERTAS R., J. & MOLINA T., P. (2016). En la tesis **“Estudio de prefactibilidad para la posible implementación de Atrapanieblas en el municipio de Raquira”**. Presentado en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá D.C., que alcanza la siguiente conclusión:

- El uso del agua de la neblina se presenta como una alternativa viable para el consumo humano, en lugares que no tienen otra posibilidad, a raíz de los promisorios resultados y con los avances logrados tanto en ciencia como en técnicas, se ha exportado este sistema a diversos lugares del mundo. En efecto, los primeros países que instalaron atrapanieblas para abastecer las distintas actividades de la población, fueron Chile, Perú y Bolivia, por lo que se hace importante analizar las variables que incidieron en la aplicación de este sistema en cada país para de esta forma estudiar la viabilidad de la implementación en Colombia, teniendo claras las variables que inciden para su adecuado funcionamiento.
- Dado el estudio técnico de la alternativa, se evidencio que el sistema es viable implementarlo en el municipio de Ráquira-Boyacá, ya que cuenta con condiciones meteorológicas favorables que le permitirá captar alrededor de  $7.2 \text{ L/m}^2/\text{día}$ , lo que significa que un Atrapanieblas de  $4\text{m} \times 12\text{m}$  captura 345,6 litros

al día, lo suficiente para satisfacer las necesidades básicas de 17 personas. Este proyecto abastecerá a 1150 personas ubicadas en las veredas Candelaria Occidente, Pueblo Viejo y Torres con 68 Atrapanieblas con un costo total de \$141.599.057 pesos.

- Teniendo en cuenta el estudio ambiental realizado a partir de la matriz Batalle Columbus se establece que el proyecto se destaca por generar impactos positivos a la comunidad, en especial para la población objetivo que se estableció, dentro de estos se destacan el aumento de la presencia de agua y las interacciones sociales que conlleva la generación del proyecto y el aumento en la productividad por las mejoras en las condiciones de vida de la comunidad, el impacto negativo que se encontró se basa en la obstaculización que se hace al paisaje por la implementación de los atrapanieblas, no obstante se propone un plan de manejo que haga medidas de mitigación a este impacto en donde se contempla el uso de materiales que no obstaculicen el paisaje y la ubicación de los atrapanieblas en lugares estratégicos.
- El sistema de captación de la presente investigación es rentable financieramente ya que es de tipo artesanal con costos muy bajos de producción y muchos beneficios para la población. Además, el Atrapanieblas es una alternativa que no consume energía, genera trabajo, incrementa el bienestar de la población, lo cual la hace una alternativa sostenible con el propósito de brindar una herramienta para la adaptación al cambio climático.
- Los factores claves de éxito se enmarcaron en tres perspectivas: técnica, ambiental y económica, dentro de las cuales se establecieron una serie de estrategias e indicadores que se proponen aplicar para evaluar periódicamente y asegurar el éxito del proyecto y la adecuada administración de los recursos con los que se cuenta para la ejecución del proyecto planteado.
- En el campo de la Administración Ambiental se hace indispensable estructurar, liderar, gestionar y evaluar proyectos que impulsen la generación hídrica y que contemple opciones alternativas y de aprovechamiento de los

recursos, esto basado en las condiciones de riesgo e incertidumbre que se contemplan al analizar las diferentes variables ambientales y cambios climáticos que inciden en la generación de agua de calidad y que exige el estudio interdisciplinario para satisfacer las necesidades básicas de la población.

F. RIVERA A., O. (2017) en la tesis: **“Implementación de Sistemas Básicos de Captación de agua de niebla, caso de estudio Las Verapaces”**, presentado en la Universidad de San Carlos de Guatemala:

- La información recabada referente a los sistemas de aprovechamiento de agua de niebla esclarece la importancia que tienen y la perspectiva ascendente que adoptan como fuente alternativa de agua, siendo económica y no dañina al medio ambiente.
- Se tiene una experiencia acumulada a través de diferentes proyectos aplicados en el mundo, auspiciados por la organización canadiense FogQuest, lo que da cierta confianza en la implementación de esta tecnología.
- Un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia, depende principalmente de las características meteorológicas del lugar, estas son: humedad relativa, punto de rocío y velocidad del viento.
- Se obtuvieron rendimientos promedios de 1,28 L/d- m<sup>2</sup> para el caso de estudio de Purulhá y 1,4 L/d- m<sup>2</sup> para el caso de estudio de Cobán. Valores que se encuentran por debajo del potencial de producción de agua de niebla estimado que es de 5,4L/d- m<sup>2</sup> para ambos lugares, causa atribuida a que los valores meteorológicos del año de estudio son inferiores a los valores promedio de los últimos 10 años.
- Al evaluar el rendimiento de los atrapanieblas (1,28 L/d- m<sup>2</sup> para Purulhá y 1,4 L/d-m<sup>2</sup> para Cobán) con la inversión que estos requieren (Q.1 259,00), tiende a ser una opción poco atractiva. Sin embargo, los costos pueden ser

manejados a criterio personal, los que se indicaron para esta investigación son como referencia.

- La probabilidad de que los atrapanieblas generen una cantidad de agua significativa, aumentará proporcionalmente con el número de sistemas implementados o que se enfoquen como proyectos colectivos y alta demanda.

#### 2.1.2. Referencias teóricas

- A. OLIVIER, J. (2012) en el artículo científico: **Fog-water harvesting along the West Coast of South África: A feasibility study**, presentado por la Universidad de Sudáfrica en la que se alcanza el siguiente resumen: “Muchas partes de la costa oeste de Sudáfrica sufren grave escasez de agua durante todo el año. A pesar de la escasa lluvia; sin embargo, la región está sujeta a una alta incidencia de niebla que podría abastecer de agua a las comunidades que carecen de este recurso. En este trabajo se investiga el potencial de agua de la niebla de la zona. Dado que las tasas de recogida de agua de niebla son en cierta medida dependientes de las características espaciales y temporales de la niebla, se investigaron estos aspectos. Colectores de niebla piloto se erigieron en seis lugares de la Costa Oeste y las tasas de captación de agua se calculó durante en un período de tres a cuatro años. Se encontró que la incidencia de niebla se limita principalmente a las zonas costeras por debajo de la línea de 200 m de contorno con frecuencia de niebla que disminuye con la latitud dentro de esta zona. Las tasas de recolección de agua más altas se registraron en Cape Columbine, dónde los volúmenes en exceso de 2,5 L/ m<sup>2</sup> de superficie de recolección se podrían recoger diariamente. De esta cantidad, aproximadamente el 90% es debido a la niebla de deposición solamente, mientras que las precipitaciones contribuyen al 10% restante. La calidad del agua es buena y apta para el consumo humano”.
- B. RITTER, A. y REGALADO, C. M. (2008) en el artículo científico: **Fog Water Collection in a Subtropical Elfin Laurel Forest of the Garajonay National Park (Canary Islands): A Combined Approach Using Artificial Fog Catchers and a Physically Based Impaction Model**, presentado por la Universidad de Dutsburg-Essen de Alemania y el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias de

España en la que se alcanza el siguiente resumen: “Precipitación de la neblina ha sido asumida por mucho tiempo como un recurso adicional de agua en los ecosistemas de las Islas Canarias, localizados a 500-1400 msnm. Pero, aun así, el balance de agua que podría contribuir el agua de niebla a los bosques aún no está definido. Combinando información de Atrapanieblas y modelos de impartición físicamente basados, los autores evaluaron la contribución potencial de agua captada de niebla mediante las hojas de árboles Erica arbórea en un invernadero del Parque Nacional Garajonay (Isla La Gomera) por un periodo de 2 años (febrero 2003 – enero 2005). Recolección de agua de nieblas fue medido con captadores artificiales en cuatro estaciones meteorológicas establecidas a 1145, 1185, 1230 y 1270 msnm. La recolección promedio fue significativa solo en la parte más alta de medición (un orden de magnitud mayor que los de menores altitudes), resultando en un total de 496 litros/ metro cuadrado durante el periodo de 2 años. La captación promedio de agua en el primer y segundo periodo anual estuvo en un rango entre 0.2 – 5.0 y 0.1 – 2.1 L/m<sup>2</sup> día, respectivamente.

La lluvia demostró la estacionalidad, diferenciando entre estaciones de venida y estiaje, mientras que la recolección de agua de niebla fue distribuida más equitativamente durante todo el año. Aparte de la captura de agua de niebla por la vegetación, el modelo de impartición predijo una significativa cantidad de agua recolectada por un árbol Erica arbórea. En un orden de 1810 – 2090 litros por año. Tomando en cuenta la densidad de las poblaciones de árboles, la contribución promedio anual de agua de niebla hacia la superficie del suelo conducida por el viento fue de 251- 281 mm, en donde precipitación anual fue de 635 y 1088 mm, respectivamente”.

- C. GUIDO S, W. C. en este artículo científico: “**Atrapanieblas: Experiencia en Chile**”, presentado por the National Forestar Corporación (CONAF) en el que alcanza el siguiente resumen: “Esta tecnología innovadora está basada en la capacidad de recolección de agua a partir de la neblina bajo favorables condiciones. Neblina está definida como una masa de vapor de agua condensada en pequeñas gotas de agua en la superficie de la tierra. Las pequeñas gotas de agua presentes en la neblina precipitan cuando hacen contacto con los objetos. Las frecuentes neblinas que ocurren en las zonas áridas de la costa del Perú y Chile son

tradicionalmente conocidas como “camanchacas.” Estas neblinas tienen el potencial de proveer una fuente alternativa de agua fresca en estas regiones secas si se capta a través de un simple y económico sistema de recolección conocido como Atrapanieblas. En la actualidad los investigadores recomiendan que los Atrapanieblas funcionan mejor en las zonas costeras donde el agua puede ser captada mientras la neblina se mueve del mar hacia la costa dirigida por el viento. Aun así, la tecnología podría potencialmente también proveer de agua por usos múltiples de las áreas montañosas en donde el agua está presente en nubes tipo estratocúmulos, a altitudes de aproximadamente de los 400 m a 1200 m, para captación”.

## **2.2. Marco Normativo - Legal**

### 2.2.1. Constitución Política del Perú.

- **Artículo 66°.** - Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento.
- **Artículo 67°.** - El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.

### 2.2.2. Ley N° 28611. Ley General del Ambiente.

- **Artículo 85°: De los recursos naturales y del rol del Estado.**

85.1 El Estado promueve la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales a través de políticas, normas, instrumentos y acciones de desarrollo, así como, mediante el otorgamiento de derechos, conforme a los límites y principios expresados en la presente Ley y en las demás leyes y normas reglamentarias aplicables.

85.2 Los recursos naturales son Patrimonio de la Nación, solo por derecho otorgado de acuerdo a la ley y al debido procedimiento pueden

aprovecharse los frutos o productos de los mismos, salvo las excepciones de ley. El Estado es competente para ejercer funciones legislativas, ejecutivas y jurisdiccionales respecto de los recursos naturales.

- **Artículo 124°: Del fomento de la investigación ambiental científica y tecnológica** 124.1 Corresponde al Estado y a las universidades, públicas y privadas, en cumplimiento de sus respectivas funciones y roles, promover:
  - a. La investigación y el desarrollo científico y tecnológico en materia ambiental.
  - b. La investigación y sistematización de las tecnologías tradicionales.
  - c. La generación de tecnologías ambientales.
  - d. La formación de capacidades humanas ambientales en la ciudadanía.
  - e. El interés y desarrollo por la investigación sobre temas ambientales en la niñez y juventud.
  - f. La transferencia de tecnologías limpias.
  - g. La diversificación y competitividad de la actividad pesquera, agraria, forestal y otras actividades económicas prioritarias.

#### 2.2.3. Política Nacional del Ambiente:

- **Eje 1**, Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- **Lineamientos.**
  4. Aprovechamiento de los Recursos Naturales.
    - c) Promover la innovación tecnológica, la investigación aplicada y el uso de tecnologías limpias para el aprovechamiento de los recursos naturales.

8. Cuencas, Agua y Suelo.

- f) Impulsar acciones para prevenir los procesos de desertificación, degradación y pérdida de suelos mitigando sus efectos y/o recuperándolos.

2.2.4. Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos. (Ley N° 29338. Ley de Recursos Hídricos).

- **Artículo 166°.- Certificados de Creatividad, Innovación e Implementación para la eficiencia del uso del agua:** La Autoridad Nacional del Agua, otorga Certificados de Creatividad, Innovación e Implementación para la eficiencia del uso del agua, a las personas naturales o jurídicas del sector público o privado, sean usuarios o no del agua, que desarrollen o implementen procesos de innovación, eficiencia o ahorro de agua que coadyuven a la promoción en la eficiencia y conservación de los recursos hídricos.

2.2.5. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DIGESA).

- **Artículo 56°.- Obligaciones y derechos del consumidor El consumidor tiene derecho y está obligado a:** ... 5. Participar en campañas de protección y uso del agua, que las autoridades competentes promuevan.

2.2.6. D.S. N° 015-2015-MINAM. Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación:

- **Artículo 2.- ECA para Agua y políticas públicas:** Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, y en el diseño de normas legales y políticas públicas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.

## 2.3. Marco Conceptual

### 2.3.1. Atrapanieblas.

Es un sistema para condensar la niebla y capturar agua. Hecho a base de materiales fáciles de conseguir, reciclables: tubos de uso eléctrico, tubos de agua, recipientes plásticos, malla poli sombra y madera. Se pueden hacer los cambios necesarios para adaptarlo a otros lugares. (Guzmán, 2012)

### 2.3.2. Condensación.

Cambio de estado de la materia, en el que se pasa de la forma gaseosa a la líquida, inverso a la vaporización. Cuando este es directo de gaseoso a sólido se conoce como sublimación inversa o deposición. Si es de líquido a sólido: solidificación.

Aunque el paso de gas a líquido depende, entre otros factores, de la presión y de la temperatura, generalmente se llama condensación al tránsito que se produce a presiones cercanas a la ambiental. Cuando se usa una sobrepresión elevada para forzar esta transición, el proceso se denomina licuefacción.

Se produce cuando un gas es sometido a bajas temperaturas, va a depender además de la presión atmosférica, por medios artificiales se consigue esto, con el condensador.

La psicometría es la disciplina científica, parte de la meteorología, que estudia las propiedades físicas y termodinámicas de la atmósfera, del aire húmedo y los efectos que tiene la variación de la humedad atmosférica sobre los materiales, además de estudiar las interrelaciones entre los parámetros que establece la condición del aire húmedo representados por esquemas psicrométricos. La condensación es un proceso influenciado por los factores de energía (líquido) y entropía (gaseoso).

### 2.3.3. Precipitación.

La precipitación es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra. Ocurre cuando la atmósfera (que es una gran solución gaseosa) se satura con el vapor de agua, y el agua se condensa y cae de la solución (es decir, precipita). El aire se satura a través de dos procesos: por enfriamiento y añadiendo humedad. La precipitación que alcanza la superficie de la tierra puede producirse en muchas formas diferentes, como lluvia, lluvia congelada, llovizna, nieve, aguanieve y granizo. La virga es la precipitación que comienza a caer a la tierra pero que se evapora antes de alcanzar la superficie. (Pérez, s.f.)

La precipitación es producto de la condensación, es decir cuando la atmósfera, que no es otra cosa que una gran solución gaseosa, se satura, se enfría, entonces el vapor se condensa y “cae”, es decir se precipita, en lo que se entiende como lluvia, las lluvias son las que suministran (como parte del ciclo) el agua al planeta, su regularidad es la que permite la subsistencia y renovación, al calentarse demasiado la atmósfera, las precipitaciones son menos en volumen, tiempo de precipitación y calidad (están contaminadas por lo general).

### 2.3.4. Humedad.

Factor del clima, que es la presencia de vapor de agua, el agua evaporada, es visible cuando se agrupa en forma de niebla, neblina o bruma, este vapor contenido en la atmósfera, esta humedad es el punto de partida para formar nubes, que no son más que vapor de agua más cohesionado, sin embargo, esta humedad en ocasiones no es visible, pero si perceptible, como en las zonas costeras o de playa, donde la brisa arrastra las gotas de vapor. A mayor altura las gotas siguen siendo humedad a la espera de los cambios de temperatura que las condensarán y se precipitarán.

### 2.3.5. Niebla.

Es la condensación del agua presente en la atmósfera. El agua del ambiente se presenta en forma gaseosa como vapor de agua. Su cantidad en la atmósfera se define

como la humedad. Si la atmósfera está sobresaturada de agua, el vapor de agua se condensa en aerosoles, los núcleos de condensación, y gotas de agua de escala microscópica. Estas gotitas pueden ser de menos de 10 micras y hasta 100 micras de diámetro, mientras que gotas más grandes se depositan al suelo por gravedad más rápido que las gotitas más pequeñas. (Schnarke, 2010)

Existen tipos de niebla:

#### *2.3.5.1. Niebla por radiación:*

Es común en otoño e invierno en las latitudes templadas; que está asociado con el enfriamiento por radiación de las capas más bajas de la atmósfera durante las noches claras y frescas. Se forma a través de la existencia de una masa de aire cálido y húmedo sobre una superficie enfriada por la liberación de calor de la tierra durante la noche (irradiación) en una atmósfera clara, relativamente en calma (sin viento). Si este aire contiene vapor de agua suficiente, o si hay una superficie líquida, la condensación se produce a nivel del suelo. Es este fenómeno característico durante los períodos de calma que hacen de esta interesante niebla para la recogida de agua de niebla. Como se verá, la velocidad del viento es un factor determinante en la recolección de agua de niebla: la mayor cantidad de aire que pasa por un obstáculo o una función de interceptar, la mayor cantidad de gotas será recogida por él.

#### *2.3.5.2. Niebla por Advección.*

Ocurre de dos formas diferentes. Advección se entiende el movimiento y ambos procesos implican movimiento. El enfriamiento del aire de la superficie puede ocurrir cuando está caliente se mueve, de aire húmedo a través de una superficie fría. Si el aire se enfría hasta el punto de rocío, se produce niebla. El otro tipo de niebla de advección se puede también llamar la niebla de alta elevación. Se produce cuando el viento sopla las nubes sobre las montañas o colinas. Cuando la nube toca el suelo, es niebla. Esta niebla se mantendrá mientras la nube se ve obligado por el terreno. A diferencia de

la niebla de radiación, la niebla de advección se asocia siempre con movimientos horizontales de las corrientes de aire. Por lo tanto, desde la recogida de agua de niebla se asocia directamente con la velocidad del viento, la niebla de advección será de interés primordial.

#### *2.3.5.3. Niebla Orográfica.*

Se forma cuando el aire cálido y húmedo se eleva en una montaña; a medida que sube a lo largo de la pendiente, se expande y se enfría. Si está lo suficientemente húmedo, da lugar a la formación de la niebla en la superficie. Desde la distancia aparecerá como una nube tpa que cubre la cima de la montaña. Hay situaciones donde se producen diferentes tipos de niebla en el mismo lugar y momento, por ejemplo, niebla orográfica pueden preceder a un episodio de niebla de advección.

Cuando la niebla costera se asocia con sistemas de alta presión, una inversión térmica, las corrientes oceánicas frías, así como pozos marinos, hay a menudo una combinación de tipos de niebla. En tales casos, la niebla de advección tiende a predominar, originario como una gran cubierta de nubes estratos generados sobre el océano y que, al llegar al continente, es interceptada por la superficie del terreno. Esta niebla se ve reforzada por el efecto orográfico de cordilleras costeras.

#### 2.3.6. Neblina.

La neblina es un fenómeno meteorológico, concretamente un hidrometeoro, similar al de niebla, la diferencia entre ambas es la visibilidad, la niebla es más densa y de color blanquecino, la neblina es de color gris-azul, la niebla impide más la visibilidad normal, son gotas de agua en suspensión de 50 a 200  $\mu\text{m}$  de diámetro, esta se puede dar a diferentes situaciones, pero que relacionan corrientes de aire de diferente temperatura, que condensan las gotas.

### 2.3.7. Rocío.

El rocío se forma cuando el vapor de agua se condensa sobre una superficie de menor temperatura, que se enfría por la radiación durante la noche. La formación de rocío puede proceder en dos procesos diferentes. Se da cuando el vapor de agua, que se difunde hacia arriba desde el suelo, se condensa en las superficies cerca de la tierra, por ejemplo, hierba. Este proceso pasa bajo condiciones de calma sin o con poco viento. El otro proceso se produce cuando el vapor de agua en la atmósfera es transportado hacia abajo a las superficies más frías por los vientos. Las tasas de caída del rocío más alto se producen cuando hay un cielo despejado por la noche, elevada humedad del aire y un poco de viento. (Schnarke, 2010)

### 2.3.8. Evapotranspiración.

La evapotranspiración es la combinación de los fenómenos de evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación. La dificultad de la medición en forma separada de ambos fenómenos (el contenido de humedad del suelo y el desarrollo vegetal de la planta) obliga a introducir el concepto de evapotranspiración como pérdida conjunta de un sistema determinado.

(Diez , 2004)

### 2.3.9. Evaporación.

La evaporación es el proceso físico por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso, retornando directamente a la atmósfera en forma de vapor. También el agua en estado sólido (nieve o hielo) puede pasar directamente a vapor y el fenómeno se denomina sublimación. A efectos de estimar las pérdidas por evaporación en una zona, el término se entenderá en sentido amplio, incluyendo la sublimación. La radiación solar proporciona a las moléculas de agua la energía necesaria para el cambio de estado. (Diez , 2004)

### 2.3.10. Afloramiento.

El afloramiento costero es un proceso físico que influye en la temperatura superficial de las zonas costeras, especialmente en la parte oriental de las cuencas oceánicas. Está asociado casi siempre a un desplazamiento de las aguas superficiales debido a la fuerza horizontal paralela a la costa ejercida por el viento sobre la superficie del océano. Esta fuerza es conocida como esfuerzo o estrés de viento y produce transferencia de energía de la atmósfera hacia el océano. (Zaytsev et al., 2003)

## 2.4. Marco Teórico

### 2.4.1. Atrapanieblas.

En los años 60, en Chile, un equipo de investigadores liderado por el Dr. Robert Schemenauer, del Departamento de Medio Ambiente de Canadá, y la profesora Dña. Pilar Cereceda, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, desde entonces se han planteado muchos diseños, materiales y suposiciones, bajo sus condiciones debido a su sencillez y su elevada eficiencia de captación de agua, siendo el más eficiente el de panel con un marco metálico y doble malla Rachel, perpendicular al viento y sujetado por postes verticales. Se presentan muchas experiencias en varios continentes, especialmente América y África y los rangos de captación entre 5 y 15 L/m<sup>2</sup>·d, que dependen de factores como las condiciones meteorológicas de cada lugar y de los distintos meses del año.

Existen muchas experiencias exitosas, sobre el tema, pero son convencionales en la recolección de datos, por lo que se requiere información científica básica, para poder apreciar el potencial, a partir de ello se puede determinar las condiciones más específicas y técnicas y aprovechables. *Además, a menudo se trata de experimentos realizados en lugares geográficos especialmente favorables (presencia de nieblas constantes y vientos dominantes de gran estabilidad) pero muy apartados de los núcleos de población, que son los que darán uso al agua recogida. Con esta situación, actualmente no es posible predecir, a partir de datos procedentes de otros lugares, el comportamiento que tendrán los captadores de nieblas en un lugar nuevo*

*y aún menos los resultados de rendimiento de volumen de agua captada que se recogerá, el fundamento de la captación de agua de niebla se basa en la condensación de las pequeñas gotas de agua que componen la niebla sobre la superficie de una malla (de polipropileno, generalmente). Estas gotas descienden por la malla y se recogen en una canaleta situada en la parte inferior de la estructura, que conduce el agua hasta un depósito.*

Los atrapanieblas proporcionan una técnica para la captación de agua de niebla. Estos consisten en una malla raschel que está suspendida verticalmente entre dos postes. La malla intercepta las microgotas de agua de niebla mientras la niebla atraviesa la malla por acción del viento. El agua que gotea en la malla se canaliza a través de tuberías de PVC que se extiende a lo largo de la base de la malla.

La técnica de captar el vapor de agua de la atmósfera es bien conocido en la naturaleza, y también los seres humanos han estado utilizando las técnicas para la captación de agua de la atmósfera en las regiones áridas del Mediterráneo desde la Edad del Bronce. Las primeras investigaciones sobre atrapanieblas, que son un método moderno, de baja tecnología para la obtención de agua de niebla, se iniciaron en la década de 1950.

Los atrapanieblas pueden ser una fuente eficiente del agua en regiones con altas frecuencias de los eventos de niebla. Las buenas condiciones se pueden encontrar en las latitudes bajas en todo el mundo. Un clima cálido es favorable para la recolección de agua de niebla, ya que conduce a un mayor contenido de agua líquida en la niebla. Especialmente a lo largo de las costas de las regiones áridas de África occidental y el oeste de América del Norte y del Sur se observa una alta frecuencia de eventos de niebla de advección. Estas nieblas espesas son causadas por el afloramiento de las corrientes oceánicas frías, y las inversiones comerciales que también son la causa de la falta de lluvias en estas regiones. La niebla orográfica ocurre en las regiones montañosas también es fiable para captación de agua con atrapanieblas. En meses con una alta frecuencia de eventos de niebla, el agua recogida puede ser más de  $30 \text{ L} / \text{m}^2 / \text{día}$ . (Schnarke, 2010)

#### 2.4.2. Formación de Niebla

La niebla representa un peligro para los navegantes, exceso de humedad a quienes pululan o viven a sus orillas, a quienes circulan en costaneras es riesgo de derrapes o de colisiones por la baja visibilidad que puede generar. En la costa, sierra y selva se forma la neblina, estas nubes son humedad y como tal oportunidad de mejorar los suelos, puesto que los humedecen al contacto con el mismo, por ello las costaneras, las cumbres y la selva baja muestran vegetación, peligro para unos, posibilidad de mejor calidad de vida para otros.

Esta niebla cuanto más baja tiene mayor condensación y al contacto con el suelo lo humedece y genera una posibilidad de crecimiento de vegetación. Reciben una denominación:

- Niebla: Visibilidad menor a 1 km.
- Neblina: Visibilidad entre 1 y 2 km.
- Bruma: Visibilidad mayor de 2 km.
- Calima: Disminución de la visibilidad por partículas sólidas en la atmósfera. Meteorológicamente la calima no es considerada niebla.

La niebla se produce al aumentar el vapor de agua en el aire que se enfría hasta llegar al punto de rocío o saturación. Para que se forme la niebla es necesario que haya una humedad relativa cercana al 100%, que exista en la atmósfera polvo suspendido donde se pueda condensar la humedad del aire, que haya un viento muy suave y que exista una inversión térmica que evite los movimientos verticales del aire. Cuando aumenta la velocidad del viento, la niebla se eleva y desaparece formando estratos en el cielo.

La verdadera niebla de mar es la **niebla de advección**: Se produce cuando el aire húmedo y cálido se mueve por encima de la superficie de agua fría. El vapor de agua

que está suspendido en el aire cálido se condensa al enfriarse al contacto con la temperatura fría del agua y forme pequeñas gotitas. A la temperatura a la cual ocurre la saturación se la conoce como punto de rocío.

En tierra se produce la niebla de radiación: la niebla de radiación se forma sobre la tierra en noches de altas presiones y cielos despejados. Aparece cuando se radia el calor de la superficie terrestre y éste se pierde en el espacio, provocando que la superficie de la tierra se enfríe y enfríe a su vez el aire cercano al suelo condensando la humedad en millones de gotitas. Por la mañana, el calentamiento del sol disipa la niebla.

## CAPÍTULO III

### 3. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

#### 3.1. Metodología

##### 3.1.1. Método

El método que se aplica es el científico, pues se procede de forma implicativa a desarrollar la búsqueda de la solución de un problema a partir de la práctica de una correlación evaluada siguiendo el procedimiento y el rigor científico necesario.

##### 3.1.2. Ubicación geográfica

Localización: Departamento de Lima, provincia de Lima, Distrito de Magdalena del Mar, Puericultorio Pérez Aranibar.

##### 3.1.3. Tipo de la investigación

Esta investigación es de tipo descriptiva, puesto que se presentan más de dos variables que se correlacionan, basados en la cantidad de agua captada por el Atrapanieblas, desarrollado por el investigador, que determinará como la relación entre las variables independientes y su influencia en la variable dependiente.

##### 3.1.4. Nivel de la investigación

La investigación es correlacional, ya que se trata de comprobar la relación entre los factores meteorológicos (variables independientes) y el potencial volumétrico del Atrapanieblas (variable dependiente), que es la aplicación del proceso de recolección de agua de niebla en la zona determinada

#### 3.2. Diseño de la investigación

No experimental (Longitudinal).

El esquema será el siguiente para un diseño no experimental:

$$\begin{array}{c} X_1 \\ r \\ Y_2 \end{array}$$

Donde:

- $X_1$ : Factores meteorológicos en la costa este de Lima (zona del Puericultorio “Pérez Aranibar”).
- $Y_2$ : Potencial volumétrico del Atrapanieblas.
- $r$ : Correlación positiva o negativa.

### 3.3. Hipótesis de la investigación

#### 3.3.1. Hipótesis general

Los factores meteorológicos evaluados influyen directamente en la captación de agua por el Atrapanieblas ubicado en la zona del Puericultorio “Pérez Aranibar” - Magdalena del Mar – Lima – 2017 - 2018.

#### 3.3.2. Hipótesis específicas

- a) Los factores meteorológicos más significativos en la captación de agua por medio del Atrapanieblas son: Humedad y Temperatura, y la Temperatura superficial del mar.
- b) Los factores meteorológicos, velocidad del viento, nubosidad, y presión, influyen en cierta medida en la captación de agua por medio del Atrapanieblas.

### 3.4. Variables

#### 3.4.1. Variable independiente

Factores meteorológicos: Velocidad del viento, Nubosidad, Temperatura, Temperatura Superficial del Mar, Presión y Humedad

### 3.4.2. Variable dependiente

Potencial volumétrico captado por el Atrapanieblas.

Cantidad de agua recolectada en períodos de acuerdo a los factores meteorológicos.

## 3.5. Cobertura del Estudio

### 3.5.1. Universo

Instituciones aledañas a la Costa Verde de Magdalena

### 3.5.2. Población

El Puericultorio Pérez Aranibar

### 3.5.3. Muestra

Para esta investigación la muestra será el agua obtenida de niebla, que será recolectada con el Atrapanieblas, la cual será medida cuantitativamente.

### 3.5.4. Muestreo

El muestreo para las variables independientes será los reportes diarios publicados por el SENAMHI, la página web de OGIMET y del IMARPE, y para la variable dependiente será la captación de agua a través del Atrapanieblas instalado.

## 3.6. Técnicas e instrumentos

### 3.6.1. Técnicas de la investigación

Observación: Esta técnica se usará al momento de registrar las cantidades captadas por los Atrapanieblas, ya sea diario, semanal o mensual.

### 3.6.2. Instrumentos de la investigación

- Atrapanieblas
- Reportes diarios de las variables independientes.

### 3.6.3. Fuentes

- Primera parte: Recolección de datos tanto de cantidad de agua captada en el Atrapanieblas como la recolección de los datos meteorológicos de los reportes diarios del SENAMHI, OGIMET e IMARPE durante el mes de Setiembre del 2017 y 2018
- Segunda parte: Interpretación de los datos recolectados y análisis de los resultados en gabinete.

## 3.7. Procesamiento estadístico de la información

### 3.7.1. Estadísticos

- Medias de Distribución normal en los datos recolectados de las variables.
- Prueba de correlación de Pearson o Spearman, según corresponda.

### 3.7.2. Representación

- Tablas de los volúmenes diarios, semanales y mensuales, recolectados.
- Reportes diarios de los factores meteorológicos (SENAMHI y OGIMET-METAR)
- Gráficos de los datos procesados de las tablas

### 3.7.3. Técnica de comprobación de la hipótesis

La comprobación de la hipótesis con los datos que se recolectarán en campo, del Atrapanieblas, instalado serán procesados diariamente, y se obtendrá un total mensual, para determinar la correlación entre la variable dependiente y las variables independientes, utilizando el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

## CAPITULO IV

### 4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Planes y/o programas

##### 4.1.1.1. Resultados de los experimentos

La investigación nos arroja resultados diferentes a los esperados en la hipótesis, debido a los cambios climáticos que se están dando en los últimos años, se pudo observar que la niebla según otros estudios.

Basado en las referencias que se tiene de los datos que se han podido acopiar se ha determinado los factores meteorológicos que influyen en la captación volumétrica de agua del Atrapanieblas ubicado en la zona del Puericultorio “Pérez Aranibar”. Magdalena del Mar – Lima – 2017, considerando que el principio físico de funcionamiento del dispositivo, está en la presencia de la humedad que se evidencia del rocío, la demostración debe apreciar que factor implica que la humedad y la neblina se formen mejor frente al mar, de esta forma se puede decir cuál es el factor determinante.

**Tabla N° 1. Temperatura Superficial del mar entre ago. 2017 - set. 2018**

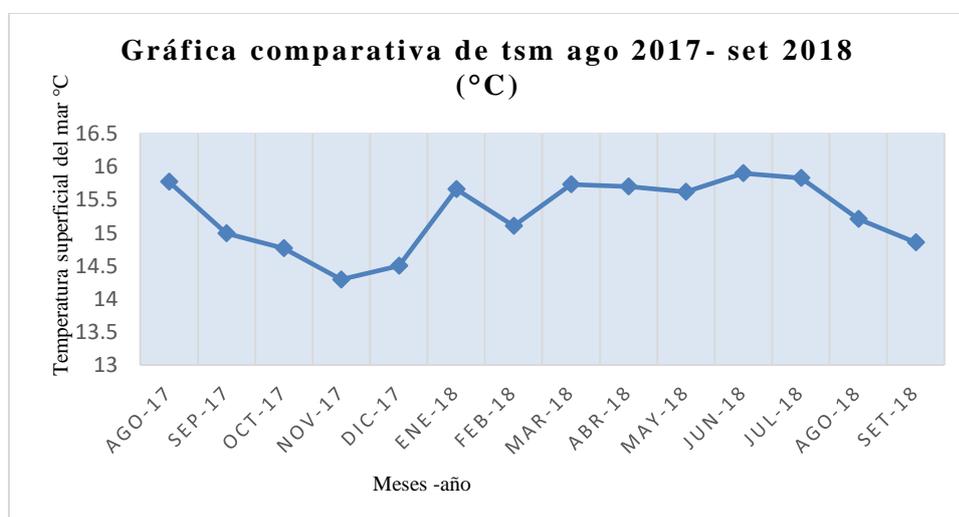
*Dato promedio mensual*

Mes	TSM (°C)
ago-17	15.772
sep-17	14.990
oct-17	14.761
nov-17	14.293
dic-17	14.499
ene-18	15.654
feb-18	15.099

mar-18	15.730
abr-18	15.697
may-18	15.620
jun-18	15.897
jul-18	15.822
ago-18	15.21
set-18	14.85
Promedio	15.278

Fuente: IMARPE, 2019

**Figura N° 1. Gráfica comparativa de TSM ago. 2017 – set. 2018**



Fuente: Propia del autor, 2019, 2019

### Interpretación:

En la **Tabla N° 1. Temperatura Superficial del mar entre ago. 2017 - set. 2018**, nos permite apreciar que la Temperatura Superficial del Mar (TSM) no es fluctuante, ni variable, es en promedio muy regular, su variación en relación al ratio es de  $-0,004$  °C, la TSM promedio mensual más alta es  $15,897$  °C de junio del 2018 y la más baja es de  $14,293$  °C en el mes de noviembre del 2017, justamente entre septiembre a diciembre del 2017 se aprecia las temperaturas más bajas del período de estudio de acuerdo a lo observado en la **Figura N° 1. Gráfica comparativa de TSM ago. 2017 – set. 2018**

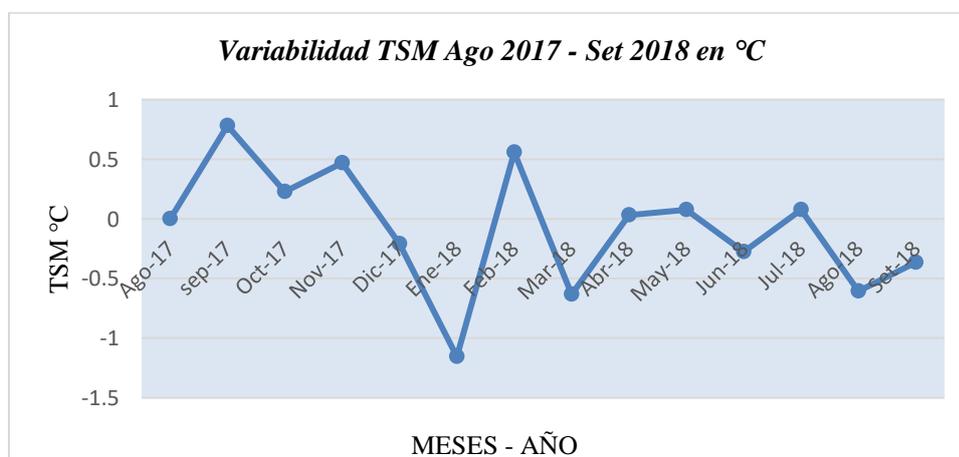
**Tabla N° 2. Variabilidad de la Temperatura Superficial del mar entre ago. 2017 - set. 2018**

*Dato promedio mensual*

Mes	Variabilidad TSM (°C)
ago-17	0.000
sep-17	0.782
oct-17	0.230
nov-17	0.468
dic-17	-0.207
ene-18	-1.155
feb-18	0.556
mar-18	-0.631
abr-18	0.033
may-18	0.077
jun-18	-0.277
jul-18	0.075
ago-18	-0.607
set-18	-0.3662
Promedio	-0.004

Fuente: IMARPE, 2019

**Figura N° 2. Variabilidad TSM ago. 2017 – set. 2018**



Fuente: Propia del autor, 2019, 2019

### Interpretación:

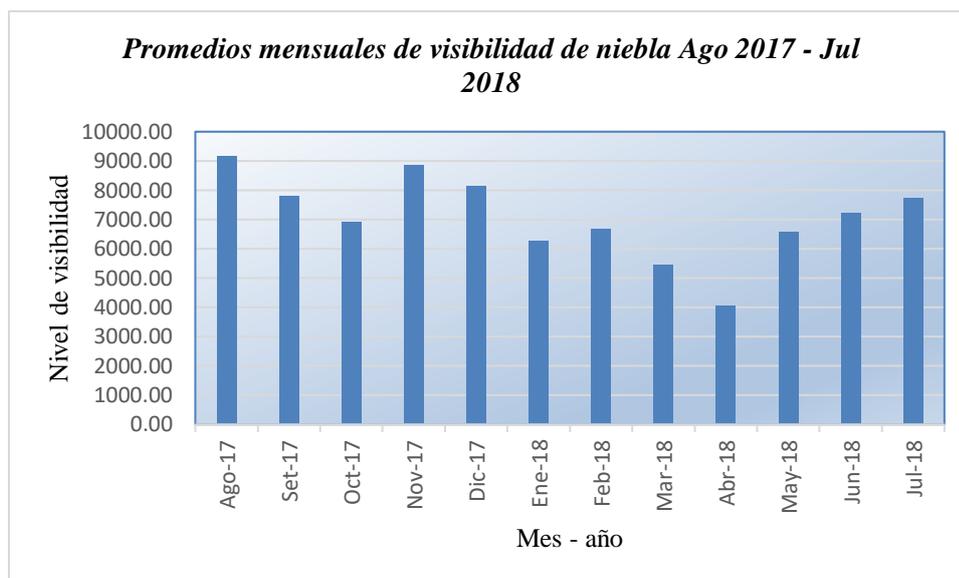
Se aprecia a continuación en la **Tabla N° 2. Variabilidad de la Temperatura Superficial del mar entre ago. 2017 - set. 2018**, que las variaciones no son significativas, con respecto de un mes a otro, salvo entre diciembre 2017 y enero 2018 como se aprecia en la **Figura N° 2. Variabilidad TSM ago. 2017 – set. 2018**, en que la fluctuación de 1,155 °C, esto permite que se reflexione, sobre la determinación de que es el TSM un dato influyente en la acumulación de agua en el atrapanieblas, o de la generación de neblina, y parece que no es tal razón para el fenómeno.

**Tabla N° 3. Visibilidad de niebla en la zona de estudio entre ago. 2017 - jul. 2018**

*Dato promedio mensual*

Mes	TSM	Visibilidad de niebla
ago-17	15.772	9159.28
sep-17	14.990	7799.64
oct-17	14.761	6919.10
nov-17	14.293	8870.35
dic-17	14.499	8160.68
ene-18	15.654	6257.65
feb-18	15.099	6676.94
mar-18	15.730	6676.94
abr-18	15.697	4064.26
may-18	15.620	6580.26
jun-18	15.897	7225.48
jul-18	15.822	7741.61
set-18	14.96	7843.29
Totales	15.319	

Fuente: IMARPE, 2019

**Figura N° 3. Promedios mensuales de visibilidad de niebla ago. 2017 – jul. 2018**

Fuente: Propia del autor, 2019, 2019

### Interpretación:

Se aprecia a continuación en la **Tabla N° 3. Visibilidad de niebla en la zona de estudio entre ago. 2017 - jul. 2018**, que las variaciones con respecto a la Visibilidad de niebla, los meses más altos fueron agosto del 2017 y noviembre del 2017, como se aprecia en la **Figura N° 3. Promedios mensuales de visibilidad de niebla ago. 2017 – jul. 2018**, no registran relación significativa, no son significativas, la TSM con la Visibilidad de Niebla, no se aprecia una relación entre estos factores.

**Tabla N° 4. Variabilidad de la Visibilidad de nieva en la zona de estudio entre ago. 2017 - jul 2018**

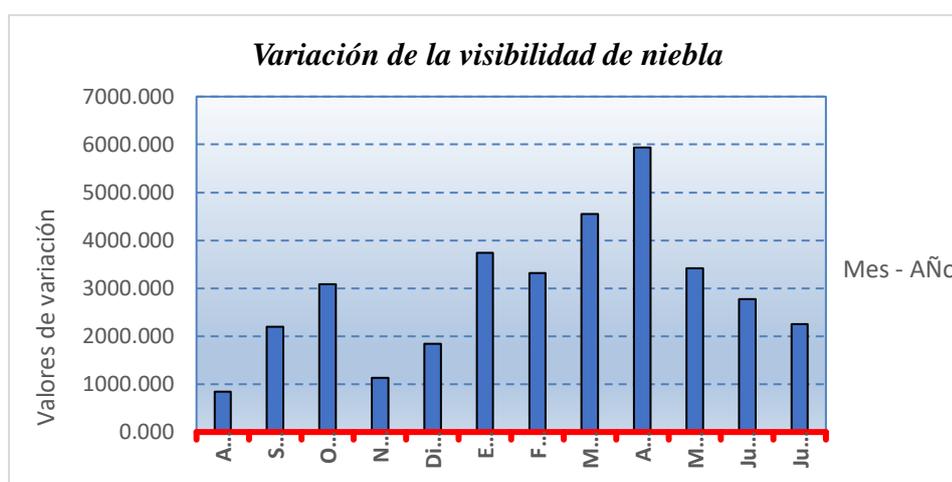
#### *Dato promedio mensual*

Mes	Visibilidad de niebla	Variabilidad de la visibilidad
ago-17	9159.28	839.72
sep-17	7799.64	2199.36
oct-17	6919.10	3079.90
nov-17	8870.35	1128.65
dic-17	8160.68	1838.32
ene-18	6257.65	3741.35

feb-18	6676.94	3322.06
mar-18	6676.94	4547.68
abr-18	4064.26	5934.74
may-18	6580.26	3418.74
jun-18	7225.48	2773.52
jul-18	7741.61	2257.39
<b>Valores Referenciales</b>	<b>9999.00</b>	<b>--</b>

Fuente: IMARPE, 2019

**Figura N° 4. Variación de la visibilidad de niebla**



Fuente: Propia del autor, 2019, 2019

### Interpretación:

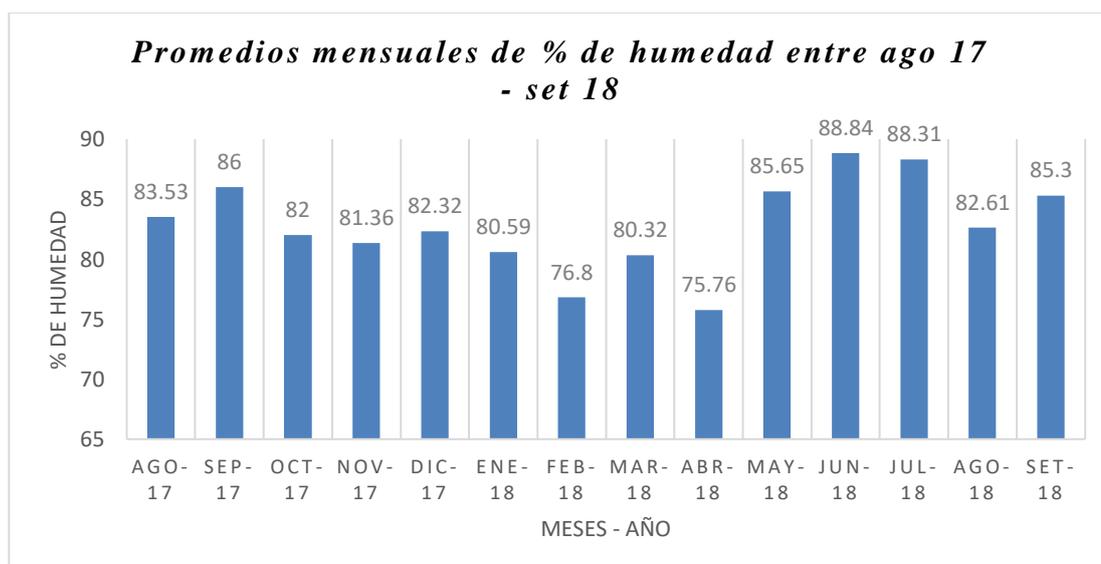
Considerando que 9999 m es el valor más alto con respecto a la visibilidad de la niebla según lo observado en la **Tabla N° 4. Variabilidad de la Visibilidad de nieva en la zona de estudio entre ago. 2017 - jul 2018**, los valores son mínimos cuando la variación es alta y los valores son máximos con respecto a la variación si los valores son bajos, por debajo de 2000 m, entonces los registros promedio de visibilidad de niebla más bajos son en Agosto con 839.72 m, noviembre con 1128.65 metros y diciembre con 1838.32 m de visibilidad Se aprecia a continuación que en algunos casos las variaciones son significativas, como se muestra en la **Figura N° 4. Variación de la visibilidad de niebla**

**Tabla N° 5. Índice de nubosidad entre ago. 2017 y jul. 2018**

Mes	Humedad
ago-17	83.53
sep-17	86.00
oct-17	82.00
nov-17	81.36
dic-17	82.32
ene-18	80.59
feb-18	76.80
mar-18	80.32
abr-18	75.76
may-18	85.65
jun-18	88.84
jul-18	88.31
ago-18	82.61
set-18	85.3
Promedio	82.62

Fuente: Propia del autor, 2019

**Figura N° 5. Promedios mensuales de % de humedad entre ago. 2017 – set. 2018**



Fuente: IMARPE, 2019

### Interpretación:

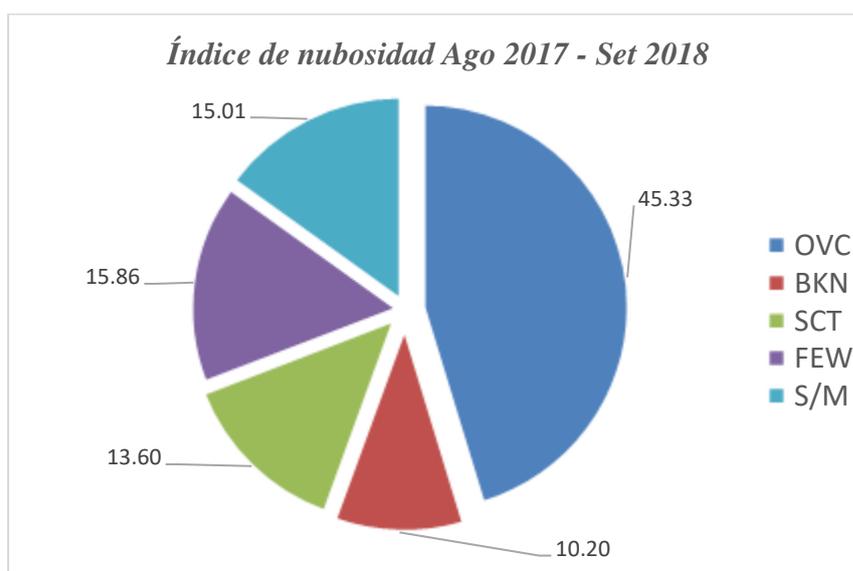
El promedio de humedad se produjo en junio del 2018 con un 88,84 hg, seguido en julio del 2018 con un 88,31 hg, seguido de septiembre 2017 con un 86 hg y en mayo del 2018 el 85.65 hg, como se observa en la **Tabla N° 5. Índice de nubosidad entre ago. 2017 y jul. 2018** Pero por lo general las diferencias no son significativas según la **Figura N° 5. Promedios mensuales de % de humedad entre ago. 2017 – set. 2018**.

**Tabla 6. índice de nubosidad entre ago. 2017 y jul. 2018**

Índice	f	%
OVC	160	45.33
BKN	36	10.20
SCT	48	13.60
FEW	56	15.86
S/M	53	15.01
Totales	353	100.00

Fuente: Propia del autor, 2019

**Figura N° 6. Índice de nubosidad ago. 2017 – set. 2018**



Fuente: Propia del autor, 2019

OVC = Totalmente nublado. (Overcast)

BKN =	Casi nublado. (Broken)
SCT =	Parcialmente nublado (Scattered)
FEW =	Nada o poco nublado (Poco)
S/M =	Sin medición (Del autor)

### **Interpretación:**

El 45% del tiempo de la observación el cielo permaneció generalmente nublado (OVC), con un 15,86% de intermitencias de Poco o Nada nublado (FEW) es decir de cielos casi azules o azules, no se midieron en 15,01% de ocasiones, es decir 53 días, seguido de 13,60% que corresponde a (SCT) Parcialmente nublado, seguido de un 10,20% de Cielos casi nublados (BKN), es decir un 55,53% o estuvo nublado o casi nublado (**Tabla 6. índice de nubosidad entre ago. 2017 y jul. 2018e Figura N° 6. Índice de nubosidad ago. 2017 – set. 2018**)

**Tabla N° 7. Captación de agua en el atrapanieblas**

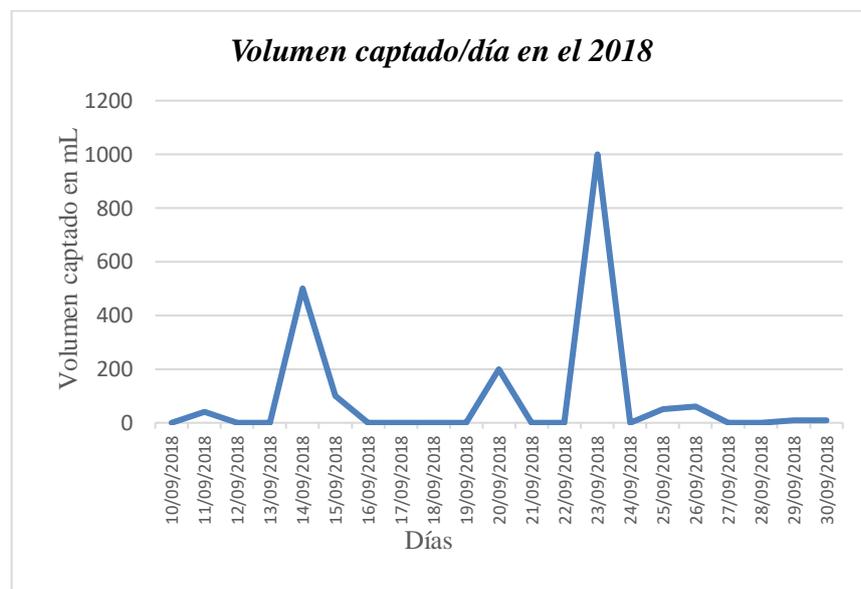
Fecha	Volumen captado
10/09/2017	30
11/09/2017	0
12/09/2017	0
13/09/2017	0
14/09/2017	0
15/09/2017	0
16/09/2017	0
17/09/2017	0
18/09/2017	50
19/09/2017	0
20/09/2017	0
21/09/2017	0
22/09/2017	0
23/09/2017	400
24/09/2017	300
25/09/2017	0
26/09/2017	50
27/09/2017	120

28/09/2017	80
29/09/2017	100
30/09/2017	0
10/09/2018	0
11/09/2018	40
12/09/2018	0
13/09/2018	70
14/09/2018	40
15/09/2018	0
16/09/2018	0
17/09/2018	0
18/09/2018	10
19/09/2018	0
20/09/2018	0
21/09/2018	20
22/09/2018	0
23/09/2018	10
24/09/2018	0
25/09/2018	30
26/09/2018	60
27/09/2018	0
28/09/2018	0
29/09/2018	10
30/09/2018	10

Fuente: Propias del autor, 2019

**Figura N° 7. Volumen captado en ml en setiembre del 2017**

Fuente: Propias del autor, 2019

**Figura N° 8. Volumen captado / día en setiembre del 2018**

Fuente: Propias del autor, 2019

### Interpretación:

En la captación de agua se puede apreciar una diferencia en la captación entre la primera semana y la segunda semana de setiembre en los años 2017 y 2018, mientras que en la última semana del mismo mes en ambos años tiene una tendencia en la

captación con respecto a los demás días, con una diferencia de 600 ml. aproximadamente entre los días 23 al 26 en ambos años, según lo que se observa en la **Tabla N° 7. Captación de agua en el atrapanieblas** y en la **Figura N° 7. Volumen captado en ml en setiembre del 2017.**

#### 4.1.1.2. Análisis económico

El presente trabajo de investigación demuestra que la instalación de estos sistemas no convencionales “Atrapanieblas”, no son muy costosos y que pueden ser implementados en zonas apropiadas y sin hacer gastos excesivos; cabe mencionar que para la recolección de datos no me requirió costos adicionales debido a la cercanía y los reportes diarios fueron recolectados por internet. Si en caso algún municipio o empresa, requiera la implementación de estos sistemas de atrapanieblas, en la **Tabla N° 8**, se detalla el presupuesto para su implementación:

**Tabla N° 8. Costos de Personal y Materiales**

Personal para proyecto	Cantidad	Remuneración Mensual S/.	Tiempo (meses)	Costo Total S/.
Ingeniero Ambiental Especializado	1	S/ 3,500.00	1	S/ 3,500.00
Capacitaciones	2	S/ 500.00	2	S/ 2,000.00
Personal para mantenimiento del Atrapanieblas	2	S/ -	12	S/ -
<b>Subtotal</b>				<b>S/ 5,500.00</b>

Materiales		Costos para un (1) atrapanieblas de 10 m <sup>2</sup>		
Materiales	Cantidad	Medida	Costos unitarios en S/.	Costo Total
Canaleta pluvial	1	5 m	S/7.45	S/37.25
Alambre galvanizado	1	50 m	S/2.30	S/115.00
Pegamento PVC 4	2	-	S/11.90	S/23.80
Listones de madera de pino	2	4 m	S/11.50	S/92.00
Cable 4 mm AC	1	50 m	S/1.70	S/85.00
Manguera	1	10 m	S/25.30	S/25.30
Clavos	1	caja	S/27.90	S/27.90
Contenedor para el agua	1	121 L	S/119.90	S/119.90
Malla raschel (50% de poro)	1	15 m <sup>2</sup>	S/12.50	S/187.50

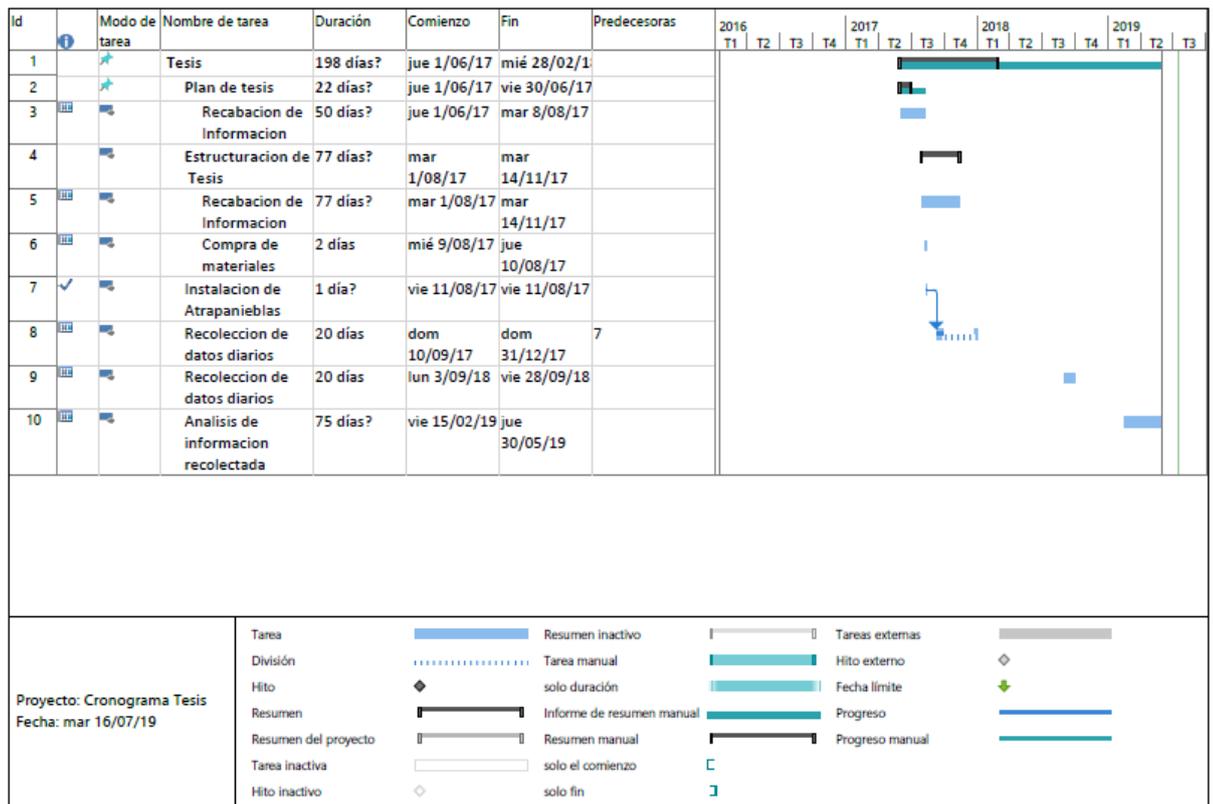
Soporte para piso	8	-	S/3.00	S/24.00
			<b>Subtotal</b>	<b>S/737.65</b>

<b>Costo total, en S/.</b>	
<b>Personal para proyecto + materiales</b>	<b>S/ 6,237.65</b>

Fuente: Propias del autor, 2019

#### 4.1.1.3. Cronograma de actividades

**Figura N° 9. Cronograma de Actividades**



Fuente: Propias del autor, 2019

## 4.2. Discusión de resultados

Como se pudo apreciar en los resultados que se reflejan en las tablas anteriores, se aprecia que la formación de la niebla es una condición donde intervienen muchos factores que son determinantes para que esta se pueda dar, las tablas nos muestran que individualmente no se puede relacionar las variables independientes con la variable dependiente en esta investigación, y que los factores meteorológicos estudiados no son los únicos que influyen en la formación de la niebla. Asimismo, se pudo concluir que el periodo evaluado no es el suficiente para este tipo de estudios, por lo que para llegar poder plantear una afirmación sobre qué factores meteorológicos y en qué condiciones deben encontrarse, se debe realizar un estudio con un período más amplio y considerar más variables que tengan influencia en la formación de la niebla, y por consiguiente poder obtener agua de estos sistemas no convencionales como los atrapanieblas, cabe mencionar que si hubo captación considerable en ciertos días, pero no se pudo comprobar la hipótesis de que estos seis (6) factores meteorológicos puedan correlacionarse sin considerar todos los demás factores intervinientes y poder plantear una afirmación o una ecuación lineal.

Por otro lado según los resultados obtenidos se puede considerar el uso de los Atrapanieblas para poder satisfacer cierta parte de la necesidad hídrica para riego de las áreas verdes del Puericultorio Pérez Aranibar, ya que asumiendo un promedio de los volúmenes captados y proponiendo la instalación de más de estos sistemas convencionales de captación de agua y de mayor tamaño, podría lograrse una cantidad significativa de este recurso, de acuerdo a ello se citó a varias tesis y artículos que corroboran nuestro estudio por su relación:

- A. SCHARNKE R., M. (2010) en la tesis: “**Atrapanieblas – Fogas a Drinking Water Resource**”, presentado en la Technische Universitat Hamburg en la que se extrae parcialmente lo que indica el resumen: *“Atrapanieblas malla raschel intercepta las gotas de niebla agua que gotea en la malla se recoge en un carril de goteo que corre a lo largo de la base de la malla.*

*Atrapanieblas puede ser una fuente eficiente de agua en regiones con altas frecuencias de eventos de niebla. Las buenas condiciones se pueden encontrar en las latitudes bajas en todo el mundo.*

**Comentario:** Sin duda en cualquier lugar del mundo se puede instalar un Atrapanieblas, dependiendo de los eventos de niebla, que se produjeron en Lima en más porcentaje que otros, en un porcentaje mayor al 55%.

B. ANAYA BAUTISTA, Jorge Alberto (2010). En la tesis “**Evaluación preliminar de la captura artificial de niebla en la Microcuenca del río Pixquiac**”, presentada en la Universidad Veracruzana de México, entre otras se tiene las siguientes conclusiones:

- En cuanto al tipo de Atrapanieblas que mejor resultados presentaron de acuerdo a la cantidad de agua de niebla captada fue el tipo 2 instalado en La Joya, Veracruz, seguido por el tipo 1 instalado en Mariano Escobedo, sin embargo, se esperaba que el Atrapanieblas **tipo 3** hubiese captado la mayor cantidad de agua de niebla en virtud de la forma geométrica con el que está diseñado, pero esto no fue posible demostrarse en virtud de la pérdida de datos de este tipo de Atrapanieblas.

**Comentario:** Sin duda el modelo es determinante para una buena captación, pero también lo es el material, por ello la tesis citada, en la conclusión referida cumple con un hecho que es concomitante, el tipo 3, aunque este no se ha podido corroborar, por la pérdida de información, un dato es que el material y la forma eran favorables.

- En cuanto a la metodología utilizada difiere de los métodos utilizados en otras partes del mundo, donde el dato resultante del total de agua de niebla captada se ha realizado en base a la ecuación de balance hídrico, tomando en cuenta la evapotranspiración y velocidad del viento entre otros factores, lo cual requiere de la realización de cálculos un tanto complicados. La metodología empleada en este trabajo es recomendable ya que no se requieren de tantos cálculos, en virtud de que a los Atrapanieblas se le adaptó

un pluviómetro con memoria interna y únicamente se requiere de un equipo de cómputo para extraer los datos de la memoria, otro factor muy importante es que no se requiere en todo tiempo la presencia del observador, ya que la memoria cuenta con bastante capacidad para el almacenaje de los datos, sin embargo, es recomendable la vigilancia permanente del equipo a fin de verificar que esté trabajando correctamente.

**Comentario:** La forma de determinar los factores es compleja, como la tesis lo indica, no existe una relación directa con algún factor climático, ni siquiera en la proximidad, como se aprecia en la Tabla N° 8, no existe relaciones exactas.

- C. GODÍNEZ H., T. L. (2013). En la tesis **“Recolección de agua por rocío y niebla”**. Presentado en la Universidad Nacional Autónoma de México, que alcanza la siguiente conclusión: “En cuanto a la metodología utilizada difiere de los métodos utilizados en otras partes del mundo, donde los datos resultantes del total de agua de niebla captada se han realizado en base a la ecuación de balance hídrico, tomando en cuenta la evapotranspiración y velocidad del viento entre otros factores, lo cual requiere de la realización de cálculos un tanto complicados. La metodología empleada en este trabajo es recomendable ya que no se requieren de tantos cálculos, en virtud de que a los Atrapanieblas se le adaptó un pluviómetro con memoria interna y únicamente se requiere de un equipo de cómputo para extraer los datos de la memoria, otro factor muy importante es que no se requiere en todo tiempo la presencia del observador, ya que la memoria cuenta con bastante capacidad para el almacenaje de los datos, sin embargo, es recomendable la vigilancia permanente del equipo a fin de verificar que esté trabajando correctamente.

Se ha podido obtener resultados preliminares acerca de la cantidad de agua captada por niebla en forma artificial, sin embargo, es un paso importante para continuar con la línea de investigación por tal motivo, esto se debe considerar como el inicio y no el final del proyecto, por lo anteriormente expuesto se emiten una serie de recomendaciones.

**Comentario:** Se corrobora el hecho, de la importancia de la información para poder desarrollar una investigación formal que permita formular una propuesta firme de captación de agua en el sentido de que sea favorable para la población que espera su utilización.

D. ECHEVARRIA J., F. (2010). En la Tesis “**Aerodynamic and Geometric Characterizations for fog collecting meshes**”. Presentado en la Pontificia Universidad Católica de Chile en la que se alcanza el siguiente resumen:

La eficiencia aerodinámica de colección de un atrapanieblas depende principalmente de la solidez bidimensional de un atrapanieblas y el coeficiente de caída de presión ( $C_0$ ) de la malla.

La solidez bidimensional puede ser medida de manera precisa usando análisis de imágenes digitales con el software ImageJ. El método consiste en tomar una fotografía de la malla y convertirla en una imagen binaria de píxeles blancos y negros. Luego la solidez es calculada según la proporción de los píxeles. El coeficiente de caída de presión fue medido con un túnel de viento capaz de medir la caída de presión a través de la malla y la velocidad del viento aguas arriba de esta.

Finalmente, se hizo una caracterización de dos tipos de malla para obtener el coeficiente de caída de presión en función de la solidez bidimensional. Los resultados muestran que las mallas con filamentos redondos tienen un menor  $C_0$  para una misma solidez que las mallas de filamentos de cinta. Así la máxima eficiencia aerodinámica teórica de una malla con filamentos de cinta es 0.2102 a una solidez de 0.502, mientras que las mallas con filamentos redondos pueden alcanzar 0.263 a una solidez de 0.68.

Debido a que las mallas de filamento redondo tienen filamentos más delgados que el tipo cinta, tienen también mayor eficiencia de deposición. Así, la máxima eficiencia total de colección de una malla de filamento redondo puede ser un 123% mayor que una malla de filamento tipo cinta para velocidades de viento de  $2 \text{ ms}^{-1}$ .

Para velocidades de  $10 \text{ ms}^{-1}$ , la eficiencia total de colección de una malla de filamento redondo es un 36% mayor que la de una malla de filamento tipo cinta.

**Comentario:** En la confección del Atrapanieblas se ha seguido sugerencias como las que presenta la tesis y determina de esta forma su importancia en el desarrollo del artefacto en su mejora continua como parte de la presente investigación.

E. HUERTAS R., J. & MOLINA T., P. (2016). En la tesis “**Estudio de prefactibilidad para la posible implementación de Atrapanieblas en el municipio de Raquira**”. Presentado en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá D.C., que alcanza la siguiente conclusión:

- El uso del agua de la neblina se presenta como una alternativa viable para el consumo humano, en lugares que no tienen otra posibilidad, a raíz de los promisorios resultados y con los avances logrados tanto en ciencia como en técnicas, se ha exportado este sistema a diversos lugares del mundo. En efecto, los primeros países que instalaron atrapanieblas para abastecer las distintas actividades de la población, fueron Chile, Perú y Bolivia, por lo que se hace importante analizar las variables que incidieron en la aplicación de este sistema en cada país para de esta forma estudiar la viabilidad de la implementación en Colombia, teniendo claras las variables que inciden para su adecuado funcionamiento.
- El sistema de captación de la presente investigación es rentable financieramente ya que es de tipo artesanal con costos muy bajos de producción y muchos beneficios para la población. Además, el Atrapanieblas es una alternativa que no consume energía, genera trabajo, incrementa el bienestar de la población, lo cual la hace una alternativa sostenible con el propósito de brindar una herramienta para la adaptación al cambio climático.
- Los factores claves de éxito se enmarcaron en tres perspectivas: técnica, ambiental y económica, dentro de las cuales se establecieron una serie de

estrategias e indicadores que se proponen aplicar para evaluar periódicamente y asegurar el éxito del proyecto y la adecuada administración de los recursos con los que se cuenta para la ejecución del proyecto planteado.

**Comentario:** Sin duda estas aseveraciones se han alcanzado en la presente investigación, el uso de estos elementos, relacionados con la tecnología, la economía y los factores, conllevan a que sea un proyecto que aprovecha amigablemente al ambiente, en bien de personas que sufren necesidades.

F. RIVERA A., O. (2017) en la tesis: “Implementación de Sistemas Básicos de Captación de agua de niebla, caso de estudio Las Verapaces”, presentado en la Universidad de San Carlos de Guatemala:

- La información recabada referente a los sistemas de aprovechamiento de agua de niebla esclarece la importancia que tienen y la perspectiva ascendente que adoptan como fuente alternativa de agua, siendo económica y no dañina al medio ambiente.
- Un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia, depende principalmente de las características meteorológicas del lugar, estas son: humedad relativa, punto de rocío y velocidad del viento.
- La probabilidad de que los atrapanieblas generen una cantidad de agua significativa, aumentará proporcionalmente con el número de sistemas implementados o que se enfoquen como proyectos colectivos y alta demanda.

**Comentario:** tres aspectos son importantes a tener en cuenta y cada uno con su propia Valia: información para poder tomar decisiones, condiciones ambientales para comprender cuáles son mejores y en que zonas y validación de materiales, elementos y diseños para poder mejorar la eficiencia en la captación del líquido elemento.

G. OLIVIER, J. (2012) en el artículo científico: **Fog-water harvesting along the West Coast of South África: A feasibility study**, presentado por la Universidad

de Sudáfrica en la que se alcanza el siguiente resumen: “Muchas partes de la costa oeste de Sudáfrica sufren grave escasez de agua durante todo el año. A pesar de la escasa lluvia; sin embargo, la región está sujeta a una alta incidencia de niebla que podría abastecer de agua a las comunidades que carecen de este recurso. En este trabajo se investiga el potencial de agua de la niebla de la zona. Dado que las tasas de recogida de agua de niebla son en cierta medida dependientes de las características espaciales y temporales de la niebla, se investigaron estos aspectos...”.

**Comentario:** Se tiene que apreciar que la línea de los atrapanieblas debe mejorar, pero también depende de las condiciones en que se encuentra la zona para que esa combinación de factores permita la mejor y mayor captación.

- H. GUIDO S, W. C. en este artículo científico: “**Atrapanieblas: Experiencia en Chile**”, presentado por the National Forestar Corporación (CONAF) en el que alcanza el siguiente resumen: “Esta tecnología innovadora está basada en la capacidad de recolección de agua a partir de la neblina bajo favorables condiciones. Neblina está definida como una masa de vapor de agua condensada en pequeñas gotas de agua en la superficie de la tierra. Las pequeñas gotas de agua presentes en la neblina precipitan cuando hacen contacto con los objetos. Las frecuentes neblinas que ocurren en las zonas áridas de la costa del Perú y Chile son tradicionalmente conocidas como “camanchacas.” Estas neblinas tienen el potencial de proveer una fuente alternativa de agua fresca en estas regiones secas si se capta a través de un simple y económico sistema de recolección conocido como Atrapanieblas. En la actualidad los investigadores recomiendan que los Atrapanieblas funcionan mejor en las zonas costeras donde el agua puede ser captada mientras la neblina se mueve del mar hacia la costa dirigida por el viento. Aun así, la tecnología podría potencialmente también proveer de agua por usos múltiples de las áreas montañosas en donde el agua está presente en nubes tipo estratocúmulos, a altitudes de aproximadamente de los 400 m a 1200 m, para captación”.

**Comentario:** Cuánto menor la visibilidad mejor la captación de agua, es entonces importante la presencia del Atrapanieblas para captar el agua, pero es también importante el colector general de esta captación.

### 4.3. Contrastación de Hipótesis

En la hipótesis se plantea que los factores meteorológicos que influyen en la captación de agua (producto de la formación de la niebla), son la humedad, la temperatura y la temperatura superficial del mar, estos son fueron considerados en el investigación porque son fenómenos constantes en la ciudad de Lima y son estudiados y reportados por el SENAMHI, por lo que en las hipótesis específicas, se pretende determinar cuáles son los factores más influyentes en la captación de agua, a través de la formación de la niebla; se plantearon en total seis (6) variables independientes, donde tres (3) de ellas fueron planteadas como más significativos: la humedad, la temperatura y la temperatura superficial del mar, y (3) variables independiente no significativas: presión atmosférica, velocidad del viento y nubosidad.

Se utilizo el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para contrastar la hipótesis planteada a través de análisis estadísticos lo cuales se detallan a continuación:

**Tabla N° 9. Pruebas de normalidad**

¿Qué datos son?	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Volumen captado	,332	42	,000	,487	42	,000
Temperatura superficial del mar	,166	42	,005	,883	42	,000
Velocidad del viento	,149	42	,021	,957	42	,114
Nubosidad	,299	42	,000	,827	42	,000
Temperatura ambiente	,388	42	,000	,624	42	,000
Presión atmosférica	,168	42	,004	,926	42	,009
% de Humedad	,070	42	,200*	,981	42	,701

Fuente: Propias del autor

#### Interpretación:

Para la prueba de normalidad según la **Tabla N° 9**, al ser una muestra con menos de 50 valores, se utiliza la Prueba de Shapiro-Wilk, el número de muestra es de 42, esta prueba se realiza para determinar si las variables tienen una distribución normal (prueba paramétrica) o una distribución anormal (prueba no paramétrica), esto se comprueba, observando el “p valor” o (sig.) , el cual debe ser mayor a 0,05 para

pruebas paramétricas (según los resultados serían las variables: velocidad del viento y la humedad), y las variables no paramétricas (anormales) con un “p valor” menor a 0,05 (según cuadro las siguientes variables: volumen captado, TSM, nubosidad, temperatura y presión atmosférica).

**Tabla N° 10. Correlación**

¿Qué denominación le damos?		Volumen captado
Volumén captado	Correlación de Pearson	1
	Sig. (bilateral)	
Velocidad del viento	Correlación de Pearson	-,084
	Sig. (bilateral)	,595
Nubosidad	Correlación de Pearson	,072
	Sig. (bilateral)	,649
Temperatura ambiente	Correlación de Pearson	-,032
	Sig. (bilateral)	,840
Presión atmosférica	Correlación de Pearson	-,066
	Sig. (bilateral)	,676
Temperatura superficial del mar	Correlación de Pearson	-,229
	Sig. (bilateral)	,146
% de Humedad	Correlación de Pearson	-,101
	Sig. (bilateral)	,525

Fuente: Propias del autor

### Interpretación:

En la **Tabla N° 9**, se realizó la correlación, entre la variable dependiente y las variables independientes individualmente, donde indica, si el p valor (sig bilateral) es mayor a 0,05 no existe una correlación y si este es menor a 0,05 habrá un nivel de correlación, mediante lo obtenido en la correlación se visualiza que ninguna de las 6 variables independientes tiene una correlación directa sobre la variable dependiente cuando se las correlacionas individualmente.

**Tabla 11. Correlación Canónica**

	Correlación	Valor Eigen	Estadística Wilks	F	Num D.F	Denom D.F.	Sig.
1	0,344	0,134	0,881	0,784	6,000	35,000	0,588

Fuente: Propias del autor

**Interpretación:**

De acuerdo a la **Tabla N° 11**, según la prueba de correlación canónica se puede determinar el grado de correlación entre la variable dependiente y el conjunto de las variables independientes, cuando el p valor (sig.) es mayor a 0.05 no existe una correlación entre las variables, y cuando este sea menor a 0.05, indica que existe un grado de correlación.

**4.3.1. Comprobaciones de la hipótesis**

Según lo planteado en la hipótesis, se puede verificar que los factores meteorológicos seleccionados para la investigación no son los únicos intervinientes en la formación de la niebla, por lo que la hipótesis planteada es nula y no se pudo comprobar la correlación individualmente ni en su conjunto, porque faltaba considerar otros factores que en su conjunto dan lugar a la formación de esta.

Por otro lado, se ha demostrado que en esta zona de la costa de lima si existe un potencial de captación de agua mediante este tipo de tecnologías no convencionales, pero para poder ser más eficientes y tener más seguridad sobre el periodo de mayor captación se deben considerar en lo planteado en el párrafo anterior

**4.3.1.1. Hipótesis Específica**

- a) No se pudo demostrar la significancia de los factores meteorológicos Humedad y Temperatura, y la Temperatura superficial del mar en la captación de agua, debido a que la formación de la niebla, involucra más factores de los evaluados en este trabajo de investigación.
  
- b) No se pudo demostrar en qué medida la velocidad del viento, nubosidad, y presión influyen en la captación de agua porque el periodo de tiempo de evaluación y los factores meteorológicos no fueron los suficientes.

## CONCLUSIONES

- 1°. Según los análisis estadísticos obtenidos mediante la prueba de Correlación Canónica con una p valor o (significancia) de 0,588 no existe una correlación, debido a que la correlación existe si este valor es menor a 0,05; demostrando que ambas hipótesis son nulas, lo cual nos indica que en la formación de la niebla se involucran más factores climáticos de los que se evalúan por las instituciones como SENAMHI, y poder definir cuando las condiciones son ideales para que la niebla sea lo suficientemente densa para una captación óptima .
- 2°. A pesar de no lograr definir el grado de correlación entre las variables, se captó agua a través de los atrapanieblas en diferentes cantidades por día, lo cual esta evidenciado en las mediciones, por lo que se concluye que en esta zona existe un potencial volumétrico para la captación de agua a través de estos sistemas no convencionales “Atrapanieblas”.
- 3°. Los atrapanieblas no son constantes en su captación de agua, situación que depende de los factores meteorológicos antes mencionados.

## RECOMENDACIONES

- 1°. Se recomienda realizar estudios más a fondo considerando otros posibles factores que tengan cierta significancia en la formación de la niebla, en un tiempo prolongado, tomando como base el presente trabajo de investigación y poder definir el grado de correlación entre las variables.
- 2°. Se recomienda la instalación de más atrapanieblas en las estaciones de otoño e invierno donde la incidencia de la niebla es mayor y más constante que durante el resto del año.
- 3°. Se recomienda tomar en cuenta las variables y los periodos de mayor captación de agua presentados en el presente estudio, como referencia para la instalación y captación de agua a través de los Atrapanieblas, para un máximo provecho.

## BIBLIOGRAFÍA

- AQUAFONDO. (2014). *Lima, mega ciudad en el desierto: MODULO PARA LA CREACIÓN DE MATERIALES DE DIFUSIÓN SOBRE EL PROBLEMA HÍDRICO EN LIMA Y CALLAO*. Lima.
- Benavides, E. J. (2015). *AGUA EN AMERICA LATINA: ABUNDANCIA EN MEDIO DE LA ESCASEZ MUNDIAL*. Colombia: BID.
- Diez , J. (14 de Septiembre de 2004). UNIDAD 3: **Evaporación y Evapotranspiración**. Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Obtenido de <http://users.exa.unicen.edu.ar/~jdiez/files/cstierra/apuntes/>
- Guzmán, S. E. (8 de Septiembre de 2012). *Atrapaniebla*. Obtenido de BIOGUIA : [https://www.bioguia.com/hogar/atrapaniebla\\_29268117.html](https://www.bioguia.com/hogar/atrapaniebla_29268117.html)
- Pérez, G. (s.f.). *Ciclo Hidrológico .com*. Recuperado el 20 de Febrero de 2019, de Ciclo Hidrológico: <https://www.ciclohidrologico.com/precipitacin>
- Sánchez, A. (2015). *MIGRACIONES INTERNAS*. Lima, San Borja: Aleph Impresiones SRL.
- Schnarke, M. (2010). *ATRAPANIEBAS - FOG AS A DRINKING WATER RESOURCE*. Hamburg, Alemania: Hamburg Universit of Technology Hamburg.
- Schemenahuer, R., Cereceda, P., Osses, P. “**FOGQUEST: FOG WATER COLLECTION MANUAL**” Fogquest, Canadá.
- Ritter, A. y Regalado, C. M. (2008): **FOG WATER COLLECTION IN A SUBTROPICAL ELFIN LAUREL FOREST OF THE GARAJONAY NATIONAL PARK (CANARY ISLANDS): A COMBINED APPROACH USING ARTIFICIAL FOG CATCHERS AND A PHYSICALLY BASED IMPACTION MODEL**, Universidad de Dutsburg-Essen de Alemania y el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias de España

Rivera Ayala, Oscar, (2017) en la tesis: **“IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS BÁSICOS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE NIEBLA, CASO DE ESTUDIO LAS VERAPACES”**, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Zaytsev, O., Cervantes-Duarte, R., Montante, O., and Gallegos-Garcia, A. (2003) **COASTAL UPWELLING ACTIVITY ON THE PACIFIC SHELF OF THE BAJA CALIFORNIA PENINSULA**. Journal of oceanography. 2003; 59(4): 489-502.

**ANEXOS**

**Anexo 1: Evidencias de Recolección de datos**

**Tabla N° 12: Data Recolectada**

<b>Fecha</b>	<b>Volumen captado en mL</b>	<b>Velocidad del viento en nudos</b>	<b>Nubosidad</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Presión (Hpa)</b>	<b>TSM</b>	<b>Humedad %</b>
10/09/2017	30	11	FEW	16	1014	15.07	88.54
11/09/2017	0	4	FEW	17	1015	15.63	88.21
12/09/2017	0	12	OVC	16	1016	14.93	90.33
13/09/2017	0	14	SCT	16	1015	14.70	90.54
14/09/2017	0	7	FEW	16	1016	14.80	91.83
15/09/2017	0	6	SCT	16	1014	14.67	85.96
16/09/2017	0	6	OVC	16	1014	15.33	86.21
17/09/2017	0	12	SCT	16	1012	14.97	87.75
18/09/2017	50	8	OVC	16	1015	14.70	90.75
19/09/2017	0	15	OVC	16	1016	14.77	91.54
20/09/2017	0	10	FEW	16	1015	14.77	90.5
21/09/2017	0	10	OVC	16	1014	14.90	88.04
22/09/2017	0	7	OVC	16	1013	14.80	86.85
23/09/2017	400	6	SCT	16	1013	14.59	87.96
24/09/2017	300	12	CAVOK	17	1013	14.54	84.54
25/09/2017	0	12	OVC	16	1014	14.83	86
26/09/2017	50	10	OVC	16	1012	14.60	86.75
27/09/2017	120	6	SCT	17	1014	14.63	86.69
28/09/2017	80	11	CAVOK	17	1012	14.57	84.67
29/09/2017	100	12	OVC	16	1013	14.33	85.54
30/09/2017	0	14	CAVOK	17	1014	14.40	81.96
10/09/2018	0	6	FEW	17	1015	14.86	90.13
11/09/2018	40	11	SCT	17	1015	14.87	89.09
12/09/2018	0	10	OVC	17	1016	14.77	85.67
13/09/2018	0	11	FEW	17	1015	14.83	82.79
14/09/2018	500	11	OVC	17	1014	15.13	86.33
15/09/2018	100	13	OVC	17	1013	14.8	82.96

16/09/2018	0	7	SCT	17	1014	14.66	88.5
17/09/2018	0	12	OVC	17	1013	14.7	85.71
18/09/2018	0	10	OVC	17	1012	14.61	87.67
19/09/2018	0	8	FEW	16	1011	14.67	88.33
20/09/2018	200	3	OVC	17	1012	15.23	88.33
21/09/2018		7	SCT	17	1013	15.57	84.71
22/09/2018		13	FEW	17	1012	14.65	83.29
23/09/2018	1000	8	OVC	17	1011	14.60	87.21
24/09/2018		8	FEW	17	1011	14.62	87.08
25/09/2018	50	13	OVC	17	1012	14.77	88.32
26/09/2018	60	10	BKN	17	1013	14.80	83.96
27/09/2018	0	12	OVC	17	1012	14.5	84.38
28/09/2018	0	11	BKN	17	1012	14.53	84.71
29/09/2018	10	9	OVC	17	1012	14.54	85.25
30/09/2018	10	13	BKN	17	1012	14.51	83.67

**Anexo 2: Fotografías*****Figura N° 10: Preparación del Atrapanieblas.***

Fuente: Propia del autor, 2019

***Figura N° 11: Instalación del Atrapanieblas en el acantilado del Puericultorio Pérez Aranibar – Magdalena***

Fuente: Propia del autor, 2019

**Figura N° 12:** Atrapanieblas instalado con tubo de PVC y deposito donde será almacenada el agua captada.



Fuente: Propia del autor, 2019

**Figura N° 13:** Agua captada por el Atrapanieblas



Fuente: Propia del autor, 2019

### Anexo 3: Análisis Estadístico

**Tabla N° 13: Resumen de procesamiento de casos**

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Volumen captado	42	100,0%	0	0,0%	42	100,0%
Velocidad del viento	42	100,0%	0	0,0%	42	100,0%
Nubosidad	42	100,0%	0	0,0%	42	100,0%
Temperatura ambiente	42	100,0%	0	0,0%	42	100,0%
Presión atmosférica	42	100,0%	0	0,0%	42	100,0%
Temperatura superficial del mar	42	100,0%	0	0,0%	42	100,0%
% de Humedad	42	100,0%	0	0,0%	42	100,0%

Fuente: Elaboración propia (SPSS), 2019

**Tabla N° 14: Descriptivos**

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
Volumen captado	Media		34,05	12,083
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	9,65	
		Límite superior	58,45	
	Media recortada al 5%		18,99	
	Mediana		,00	
	Varianza		6131,998	
	Desv. Desviación		78,307	
	Mínimo		0	
	Máximo		400	
	Rango		400	
	Rango intercuartil		40	
	Asimetría		3,622	,365
	Curtosis		14,078	,717
Velocidad del viento	Media		9,79	,446
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,88	
		Límite superior	10,69	
	Media recortada al 5%		9,87	
	Mediana		10,00	
	Varianza		8,368	
	Desv. Desviación		2,893	
	Mínimo		3	
	Máximo		15	

	Rango		12	
	Rango intercuartil		5	
	Asimetría		-,398	,365
	Curtosis		-,600	,717
Nubosidad	Media		2,98	,209
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,55	
		Límite superior	3,40	
	Media recortada al 5%		2,97	
	Mediana		4,00	
	Varianza		1,829	
	Desv. Desviación		1,352	
	Mínimo		1	
	Máximo		5	
	Rango		4	
	Rango intercuartil		2	
	Asimetría		-,328	,365
	Curtosis		-1,411	,717
	Temperatura ambiente	Media		16,60
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	16,44	
		Límite superior	16,75	
Media recortada al 5%			16,61	
Mediana			17,00	
Varianza			,247	
Desv. Desviación			,497	
Mínimo			16	
Máximo			17	
Rango			1	
Rango intercuartil			1	
Asimetría			-,403	,365
Curtosis			-1,932	,717
Presión atmosférica		Media		1013,43
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1012,97	
		Límite superior	1013,89	
	Media recortada al 5%		1013,42	
	Mediana		1013,00	
	Varianza		2,153	
	Desv. Desviación		1,467	
	Mínimo		1011	
	Máximo		1016	
	Rango		5	
	Rango intercuartil		3	
	Asimetría		,172	,365

	Curtosis		-,986	,717
Temperatura superficial del mar	Media		14,7798	,04260
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	14,6937	
		Límite superior	14,8658	
	Media recortada al 5%		14,7576	
	Mediana		14,7350	
	Varianza		,076	
	Desv. Desviación		,27609	
	Mínimo		14,33	
	Máximo		15,63	
	Rango		1,30	
	Rango intercuartil		,26	
	Asimetría		1,422	,365
	Curtosis		2,411	,717
	% de Humedad	Media		86,8869
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	86,1078	
		Límite superior	87,6660	
Media recortada al 5%			86,8719	
Mediana			86,8000	
Varianza			6,250	
Desv. Desviación			2,50010	
Mínimo			81,96	
Máximo			91,83	
Rango			9,87	
Rango intercuartil			3,66	
Asimetría			,096	,365
Curtosis			-,661	,717

Fuente: Elaboración propia (SPSS), 2019

**Tabla N° 15: Pruebas de Normalidad**

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Volumen captado	,332	42	,000	,487	42	,000
Velocidad del viento	,149	42	,021	,957	42	,114
Nubosidad	,299	42	,000	,827	42	,000
Temperatura ambiente	,388	42	,000	,624	42	,000
Presión atmosférica	,168	42	,004	,926	42	,009
Temperatura superficial del mar	,166	42	,005	,883	42	,000
% de Humedad	,070	42	,200*	,981	42	,701

Fuente: Elaboración propia (SPSS), 2019

**Tabla N° 16: Correlación Canónica**

<i>Correlación Canónica</i>							
	Correlación	Valor Eigen	Estadística Wilks	F	Num D.F	Denom D.F.	Sig.
1	0,344	0,134	0,881	0,784	6,000	35,000	0,588

Fuente: Elaboración propia (SPSS), 2019

### Anexo 4: Matriz de Consistencia

Tabla N°:

	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Definición	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de dimensión	
General	¿En qué medida los factores meteorológicos evaluados influyen en el potencial volumétrico de agua captado por el atrapanieblas ubicado en la zona del Puericultorio “Pérez Aranibar” - Magdalena del Mar – Lima – 2017 - 2018?	Determinar si los factores meteorológicos evaluados influyen en el potencial volumétrico de agua captado por el atrapanieblas ubicado en la zona del Puericultorio “Pérez Aranibar” - Magdalena del Mar – Lima – 2017 - 2018.	Los factores meteorológicos evaluados influyen directamente en la captación de agua por el Atrapanieblas ubicado en la zona del Puericultorio “Pérez Aranibar” - Magdalena del Mar – Lima – 2017 - 2018.	Variable Independiente	Factores meteorológicos: Velocidad del viento, Nubosidad, Temperatura, Temperatura Superficial del Mar, Presión y Humedad	Son los agentes que generan las condiciones atmosféricas dependiendo de la relación existente entre ellos.	Los datos recolectados de los reportes diarios serán analizados y graficados.	Recolección de datos de los reportes diarios.	Temperatura Humedad Velocidad Presión	T° % Knots Hpa
	Específicos	¿Por qué La humedad, la temperatura, y la temperatura superficial del mar influyen significativamente en el potencial volumétrico de agua captado por el atrapanieblas?	Determinar si la humedad, temperatura, y la temperatura superficial del mar influyen significativamente en el potencial volumétrico de agua captado por el atrapanieblas.	Los factores meteorológicos más significativos en la captación de agua por medio del Atrapanieblas son: Humedad y Temperatura, y la Temperatura superficial del mar.	Variable dependiente	Potencial volumétrico captado por el Atrapanieblas.	Cantidad de agua captada por el atrapanieblas durante la presencia de niebla.	Los volúmenes recolectados serán analizados para analizar el potencial volumétrico captado.	Física	Volumen
¿En qué medida la velocidad del viento, nubosidad, y presión influye en el potencial volumétrico de agua captado por el atrapanieblas?		Determinar en qué medida la velocidad del viento, nubosidad, y presión influyen en el potencial volumétrico de agua captado por el atrapanieblas.	Los factores meteorológicos, velocidad del viento, nubosidad, y presión, influyen en cierta medida en la captación de agua por medio del Atrapanieblas.							

Fuente: Propia del autor, 2019